

## Trabajo Fin de Grado

Revisión y actualización de edificios según CTE:  
José Romero Aguirre y el conjunto Virgen del Carmen

Review and update of buildings according to CTE: José Romero  
Aguirre and the set Virgen del Carmen

Autor

Eduardo Crespo Martínez de Quel

Director

Francisco Javier Magén Pardo

Codirector

Santiago Carroquino Larraz

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2017





## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

D./D<sup>a</sup>. Eduardo Crespo Martínez de Quel,

con nº de DNI 17458038-A en aplicación de lo dispuesto en el art.

14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster)  
Grado \_\_\_\_\_, (Título del Trabajo)

Revisión y actualización de edificios según CTE: José Romero Aguirre y el  
conjunto Virgen del Carmen.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza, 22 de Septiembre de 2017

Fdo: \_\_\_\_\_



# INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS Y METODOLOGÍA.....	3
CONTEXTO. JOSÉ ROMERO, ARQUITECTURA ANÓNIMA .....	5
JOSÉ ROMERO AGUIRRE .....	6
ARQUITECTURA Y ESPACIO SACRO .....	8
IGLESIA Y COLEGIO MAYOR VIRGEN DEL CARMEN .....	11
ANTEPROYECTO. ENERO 1963.....	13
PROYECTO. MAYO 1963 .....	15
PROYECTO. SEPTIEMBRE 1963 .....	17
PROYECTO CONSTRUIDO .....	19
REFORMAS LLEVADAS A CABO DESDE SU CONSTRUCCIÓN .....	28
ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DEL ESTADO ACTUAL.....	29
RECREACIÓN DE LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS .....	31
VERIFICACIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN .....	37
DB-HE: AHORRO DE ENERGÍA.....	38
DB-HR: PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO.....	49
DB-SI: PROTECCIÓN FRENTE A INCENDIOS .....	61
DB-SUA: SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD .....	69
CONCLUSIONES.....	73
BIBLIOGRAFÍA.....	77



## INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años el sector de la edificación en España ha evolucionado de una manera diferente debido a las consecuencias económicas y socioculturales que se han ido dando. El pensamiento arquitectónico ha sufrido una reorientación, apostando por la rehabilitación de edificación existente por encima de la promoción de nueva obra. La concienciación de la sociedad hacia el reconocimiento del valor histórico de los edificios, unido al pensamiento energético actual en el que se aboga por preservar el medioambiente, hacen que esta rama de la arquitectura se haya acentuado.

Dentro de este ámbito se va a llevar a cabo este proyecto sobre el conjunto del Colegio Mayor e Iglesia Virgen del Carmen de José Romero Aguirre, en el que se estudia el valor histórico del edificio así como se elabora una propuesta de rehabilitación del mismo para adaptarse a las exigencias de la normativa actual, todo ello bajo un punto de vista en el que se prima el interés cultural del edificio, declarado Bien Catalogado de Patrimonio Cultural Aragonés, y su valor arquitectónico con el principal objetivo de conservar su carácter original.





## OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

La rehabilitación de edificios existentes se ha visto acentuada en las últimas décadas por el interés de conservar y proteger el patrimonio existente, promoviendo una visión sostenible de la arquitectura, con el objetivo de mejorar la habitabilidad, la accesibilidad, la calidad y la eficiencia energética de los edificios existentes.

Dentro de este ámbito se encuentra el tema de este trabajo, en el que se pretende estudiar y analizar un ejemplo concreto de rehabilitación, con el valor añadido de tratarse de un edificio de interés histórico y arquitectónico de la ciudad de Zaragoza: el Conjunto de Colegio Mayor e Iglesia Virgen del Carmen, obra de José Romero Aguirre.

El edificio es una singular muestra de arquitectura contemporánea en la que se aprecia el gusto de Romero por el entendimiento moderno de las cosas, introduciendo nuevos conceptos y formas de la arquitectura, manejando con soltura el espacio, donde se pueden ver las primeras abstracciones del pensamiento moderno en la arquitectura zaragozana.

El trabajo parte de un análisis histórico y constructivo del edificio, en el que se estudian las distintas fases de proyecto y sus diferencias más relevantes, desde las primeras ideas y anteproyecto hasta el estado actual, llegando a la reforma del Colegio Mayor llevada a cabo en 2012 por el estudio de arquitectura Arq21. Desde aquí se realizará una revisión del edificio mediante el Código Técnico de Edificación en las áreas de ahorro de energía, seguridad en caso de incendios, protección frente a ruidos, seguridad de utilización y accesibilidad.

Con este objetivo se recrean las soluciones constructivas empleadas a partir de la documentación original del proyecto consultada en el Archivo Municipal y las visitas al edificio y se ha levantado la planimetría actual como elemento de apoyo para la comprobación de los diferentes apartados de Código Técnico de la Edificación. Además, para determinar la demanda energética del edificio se utiliza la herramienta unificada HULC, que nos permite además comprobar el cumplimiento de la normativa en cuanto a transmitancias de los cerramientos exteriores y si es necesario, en su caso, una propuesta de rehabilitación. Con la misma recreación se lleva a cabo el estudio de protección frente a ruidos, comprobando si cada elemento se encuentra acorde a las demandas de la normativa, la planificación de protección frente a incendios y las propuestas de seguridad de utilización y accesibilidad necesarias en el edificio.

Por último, después de cada comprobación realizada se plantean una serie de mejoras si son necesarias, siempre con la premisa de conservar al máximo posible la idea original del proyecto y respetando las

condiciones que un edificio de tal interés arquitectónico presenta, aportando una serie de conclusiones clave en el resultado del trabajo.

Se presenta, además de la memoria del trabajo, un apartado con anexos en formato CD-ROM en los que se recopila toda la información y planimetría hallada y desarrollada para el proceso de investigación y estudio que se lleva a cabo en este trabajo, además de todo el desarrollo planimétrico que plasma lo estudiado en los diferentes apartados.

CONTEXTO. JOSÉ ROMERO, ARQUITECTURA ANÓNIMA

José Romero representa la figura de un arquitecto que no ha buscado de manera expresa la repercusión mediática de su obra, pues para él la arquitectura es por y para el usuario. En una época en la que la arquitectura era un reflejo de las actitudes sociales, donde a mitad de siglo aparecieron las figuras de algunos arquitectos notables provenientes de una situación difícil que les que les proporcionó una visión distinta del mundo y les permitió plasmarlo en su arquitectura, la figura de José Romero comenzó a resonar como un leve susurro a los oídos más especializados, presentando una arquitectura sincera. Una arquitectura heredera del racionalismo pero que pronto evoluciona con una mayor abstracción hacia las formas de la modernidad, dulcificadas impregnándose de localismos. En una continua búsqueda de lo trascendente, alentado por un fuerte sentido del espíritu cristiano, Romero contó con una expresión propia, marcada por una dedicación y entrega excepcionales a su profesión, que quedó reflejada tanto en los edificios civiles como en los religiosos que construyó.

## JOSÉ ROMERO AGUIRRE



*Fig. 2 José Romero Aguirre*

Nacido en Zaragoza el 23 de Octubre de 1922, cuarto de cinco hermanos. Su padre, médico de profesión, le educó bajo un profundo sentido religioso que compartía toda la familia. Desde temprana edad se caracterizó por su vitalidad, ingenio, curiosidad e inteligencia, lo que le permitió ingresar en la Escuela de Arquitectura de Madrid, siguiendo los pasos de su hermano Manuel<sup>1</sup>. Durante la carrera pertenece a la ya conocida 100 promoción, compartiendo aula con grandes arquitectos como Rafael de la-Hoz o José María García de Paredes, con quienes Romero mantendría contacto y amistad a lo largo de su vida.



*Fig. 1 Promoción 100 de la escuela de arquitectura de Madrid*

---

- <sup>1</sup> Laborda Herrero, Juan, 2012. *La primera obra de José Romero Aguirre*. Universidad Politécnica de Cartagena.

Se titula como arquitecto en 1950 e inmediatamente empieza a realizar proyectos junto a su hermano, titulado en 1946, colegiándose en Zaragoza y formando un pequeño estudio familiar. Las influencias en su obra quedan marcadas por el contexto histórico en el que vivió, pasando su adolescencia durante la Guerra Civil Española y coincidiendo sus años en la Escuela de Arquitectura con la Segunda Guerra Mundial, suponiendo todo ello un paréntesis en la recepción de las influencias de la arquitectura internacional. En sus primeras obras, realizadas junto a su hermano Manuel, se aprecia una arquitectura tradicional, absorbiendo lo que ha vivido y visto y practicando el correcto empleo de los materiales y usos constructivos desarrollados a lo largo de la historia. En 1952 Manuel se traslada a Madrid para continuar allí su ejercicio profesional y es entonces cuando José se hace cargo de los proyectos comunes.

De esta primera etapa, caracterizada por un pensamiento más racional, corresponden algunas obras como la Residencia Universitaria de los Padres Jesuitas (1952) o el convento de las Carmelitas Descalzas (1953), primera obra de carácter religioso que realiza.



*Fig. 3 Convento de las Carmelitas Descalzas y Residencia de los Padres Jesuitas*

En los años posteriores, su pensamiento, en constante búsqueda de la coherencia funcional, evolucionará hacia una inclinación más moderna propiciado por el desarrollo, tanto económico como social, que se estaba dando en España, abriéndose a ideas europeas. Su sentido trascendental le condujo a realizar proyectos para la Iglesia, donde tuvo la oportunidad de desarrollar obras de carácter más atrevido acorde a los tiempos que se estaban dando, inmediatamente posterior al Concilio Vaticano II. Estos proyectos se pueden considerar un punto de inflexión en su obra y son valiosos ejemplos de la renovación litúrgica y su bien hacer en arquitectura.

Es en esta segunda etapa, en la que desarrolla una arquitectura más madura, donde se comienza a visualizar la reunión de dos tendencias: la material y la intelectual; un ejercicio artesanal de lo moderno con actitud propia, en el que los localismos permiten la participación de un discurso alternativo. En este período funda el primer colectivo de arquitectos de Zaragoza, conocido como “Grupo Z”, con un afán por perseguir una renovación de la arquitectura moderna, caracterizada por una sinceridad constructiva y una coherencia

entre construcción y composición. Durante estos años su relación con la Iglesia se ve acentuada, siendo conocido en la ciudad por la calidad de sus obras religiosas.

Dentro de esta etapa se pueden encuadrar obras como la capilla de Jesús Reparador (1964), una intervención de dimensiones reducidas y pocos gestos pero con una clara delicadeza en el uso de los materiales, el Edificio de Viviendas en el Paseo Isabel la Católica (1969), junto a uno de sus compañeros del Grupo Z Saturnino Cisneros, que representa perfectamente el discurso de la modernidad en combinación con las referencias locales y el Colegio Mayor e Iglesia Virgen del Carmen (1963), objeto de estudio de este trabajo y considerada una de sus mejores obras en la que se comienza a desvelar el talante y la maestría de su arquitectura y es un claro reflejo de todas sus intenciones.



*Fig. 4 Capilla Jesús Reparador de Zaragoza*

## ARQUITECTURA Y ESPACIO SACRO

El espacio sacro ha constituido una parte importante dentro del desarrollo arquitectónico de la obra de José Romero, permitiéndole evolucionar en su pensamiento y donde se aprecia una clara progresión. Es necesario señalar la evolución del espacio litúrgico a lo largo del siglo pasado, razón por la cual se llevaron a cabo tantas obras religiosas y a la que José Romero ha sabido responder a través de su obra.

Desde principios de siglo se estaba llevando a cabo una reforma litúrgica en una búsqueda de renovación moral de la vida cristiana de los fieles siguiendo tres premisas fundamentales: un sentido de la parroquia como un hogar religioso y social de los núcleos de población, el profundo cauce litúrgico para la actuación

religiosa de la asamblea cristiana, con conciencia de universalidad y promoción del hombre nuevo y la presencia y acción depuradora del Arte actual, en tarea conjunta sobre el nuevo templo, para conseguir su ambientación sacra, por caminos de simplicidad y calidad<sup>2</sup>. En 1947 se publicó el “Mediator Dei” en la que se enunciaban las bases de esta reforma. Esta renovación también se llevó a cabo en la arquitectura, pues la tipología de iglesia en planta de cruz no implicaba una participación directa de los fieles que asistían, y el sagrario adquiriría una gran importancia en la celebración de la misa. Se buscó fomentar la devoción y participación personal, devolviendo el protagonismo al pueblo. El sacerdote pasó de estar mirando y oficiando la misa hacia el sagrario a hacerlo hacia el pueblo. En 1952 se emitió la “Instrucción para el Arte Sacro” recogiendo todas estas ideas experimentales que se mantuvo vigente hasta la finalización del Concilio Vaticano II (1965) donde se propuso un nuevo modelo de templo.

El nuevo templo había de responder a unas condiciones de calidad, belleza, dignidad y especial cuidado y delicadeza en cuanto se relacione con el culto de Dios, así como el funcionalismo litúrgico y cultural y la creación de los ambientes religiosos propicios para fomentar la devoción y la participación personal. Aparecen ejemplos notables en la arquitectura española en los que los arquitectos buscan esta nueva forma de entender el espacio sacro, como ocurre en la Iglesia del Carmen donde Romero manifiesta su interpretación de la renovación litúrgica.

---

<sup>2</sup> Revista ARA, *Arte Religioso Actual*.





IGLESIA Y COLEGIO MAYOR VIRGEN DEL CARMEN

El conjunto parroquial fue un encargo realizado por los Padres Carmelitas Calzados a José Romero, que debía resolver un complejo programa que incluía un Colegio Mayor Universitario, una residencia de religiosos en contacto con el colegio, residencia de religiosas e Iglesia.

El edificio se encuentra emplazado en un solar en el Paseo María Agustín, formando parte en ese entonces de la nueva parcelación del sector. Desde un principio inteligentemente José Romero propone la modificación del parcelado lo que le proporciona una serie de ventajas:

*“En principio, y para mayor aprovechamiento, se ha previsto dejar el solar totalmente exento, trazando una calle por su cuarto lado, cuyo eje coincida con el de medianería y cuya apertura se efectuó a expensas de ambas propiedades. De esta forma el solar disponible quedaría de 25,00 m. de fachada y 79.00 m. de profundidad, circundado por cuatro calles, lo que parece ofrecer ventajas en cuanto a luces exteriores y la propiedad medianera dispone también de mayor superficie edificable.”*

Desde los primeros bocetos se empieza a intuir una serie de ideas principales que sentarán las bases del desarrollo del proyecto. Fruto de un estudio detallado del programa surge la resolución formal que va evolucionando durante el proceso; la división del programa en distintos elementos caracteriza la composición general del edificio en todas sus fases y pone especial atención a la célula habitacional en la residencia, considerando al usuario el principal motivo de su arquitectura. Busca abstraer desde un principio el elemento de la torre como reclamo para los fieles buscando responder con un lenguaje moderno a una característica tradicional en la construcción de las iglesias.

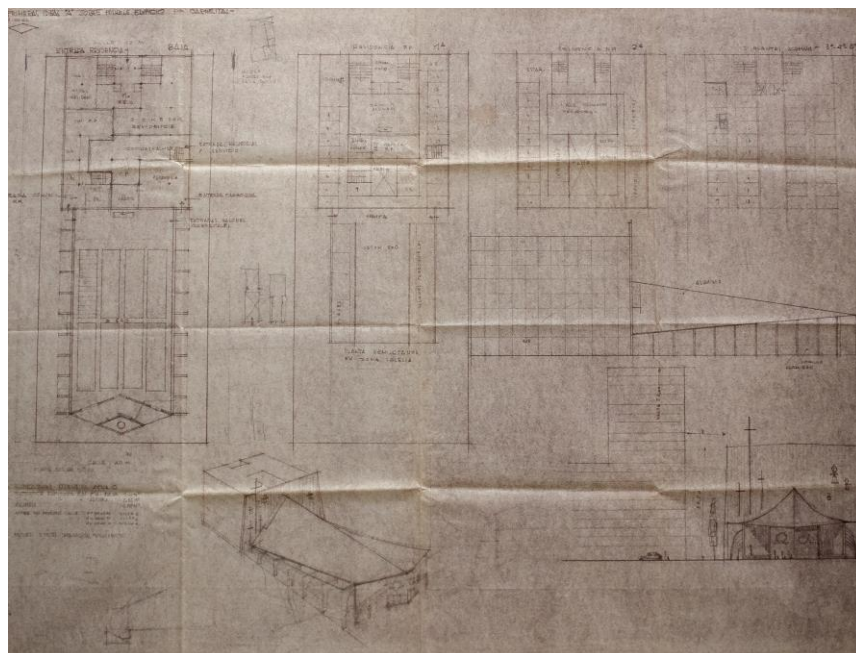


Fig. 5 Primeras ideas de José Romero

## ANTEPROYECTO. ENERO 1963

Con fecha 10 de Enero de 1963 José Romero presenta el “Anteproyecto de iglesia para la parroquia del Carmen en Zaragoza y de edificio para Residencia Universitaria y Comunidad Religiosa”<sup>3</sup> en el que se avanza una composición general del edificio pudiendo ser susceptible a cualquier cambio posterior. Tras un estudio concienzudo del programa propone la división del espacio en dos elementos principales, Parroquia y Residencia, que se sitúan respectivamente con fachadas al Paseo María Agustín y a la calle posterior, teniendo ambos elementos una total diferenciación.

*“La Iglesia es una gran nave en la que la idea de elevación parte de la forma de su cubierta, siendo su anchura superior a su altura. En cambio, el edificio del Residencia es una U de 10.20 m. de anchura de nave y 27.00 m. de altura sobre la rasante de la calle”*

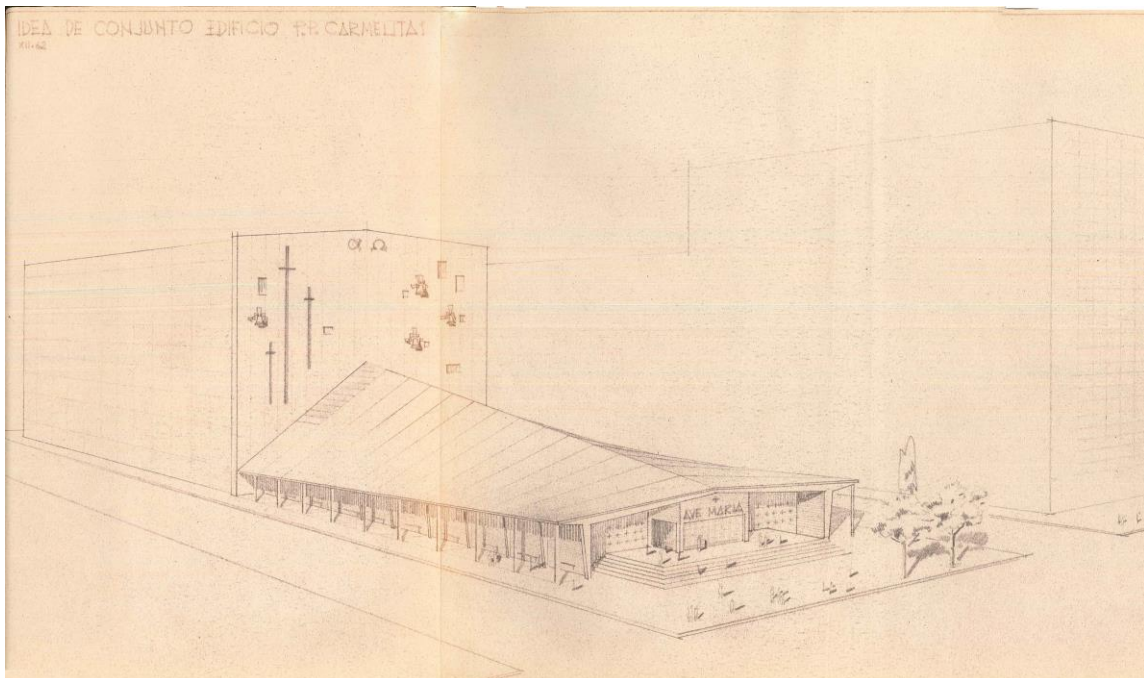


Fig. 6 Axonométrica anteproyecto

Ya en este primer diseño general plantea una fachada ciega del Colegio hacia el Paseo María Agustín y una diferencia de altura en la composición de los volúmenes, otorgando a la iglesia la importancia que precisa. A su vez las tres cruces que aparecen en esta fachada parecen intuir la idea del uso del elemento elevado del colegio como el mecanismo que convoca a los fieles, evitando la misma en el diseño de la iglesia. Esta pieza irá cambiando a lo largo del desarrollo del proyecto buscando dar una respuesta moderna a algo tan fundamental en la composición de las iglesias.

<sup>3</sup> Romero Aguirre, José. 1963. *Portada anteproyecto*.

En cuanto al programa desarrollado se divide en:

- Parroquia: consta de 888 asientos, teniendo así una capacidad de asistentes del millar aproximadamente, atrio con cancelas y presbiterio elevado. Capilla y confesionarios y baptisterio con acceso independiente. Estos elementos veremos cómo van cambiando en el desarrollo del proyecto adecuándose a las ideas de la reforma litúrgica que se estaban experimentando. Además, cuenta con Sacristía y despacho parroquial, sala de espera y cuarto de archivo. En planta semisótano se dan las dependencias parroquiales, salón de actos y clases y locales de reunión.
- Residencia: se divide el programa en Comunidad de religiosos a cargo de la Parroquia y Residencia Universitaria, localizado en la 1º planta; Residencia Universitaria localizada en las plantas 2º a 7º con apartamentos y salas comunes; la Comunidad de Religiosos a cargo de los Servicios y el Servicio doméstico seglar femenino, localizado en la planta 8º con celdas en camarilla, pequeña capilla, aseos y salas comunes. La planta baja se destina a entradas independientes para cada una de las residencias y en el centro de todo ello se alojan la cocina y el comedor.<sup>4</sup>

En esta primera fase se intuyen las ideas del diseño de José Romero con una configuración formal que nada tiene que ver con lo construido, propia, como ya se ha explicado, de clasicismos heredados. Supone un punto de partida para una evolución más acorde a las ideas europeas indispensable para entender como el arquitecto llegó a dar con tan acertada solución.

---

<sup>4</sup> Reflejado en la planimetría del Anexo: Planos Anteproyecto

## PROYECTO. MAYO 1963

En la segunda fase del proyecto la configuración formal evoluciona a tres cuerpos, diferenciándose del anteproyecto añadiendo el bloque para las religiosas como un elemento independiente, pero a la vez relacionado con el resto, localizado en uno de los laterales, consiguiendo una transición volumétrica más natural entre los tres cuerpos. En esta nueva morfología se aprecia una configuración que comienza a adecuarse a las nuevas ideas sobre el espacio litúrgico, con líneas sencillas y claras.

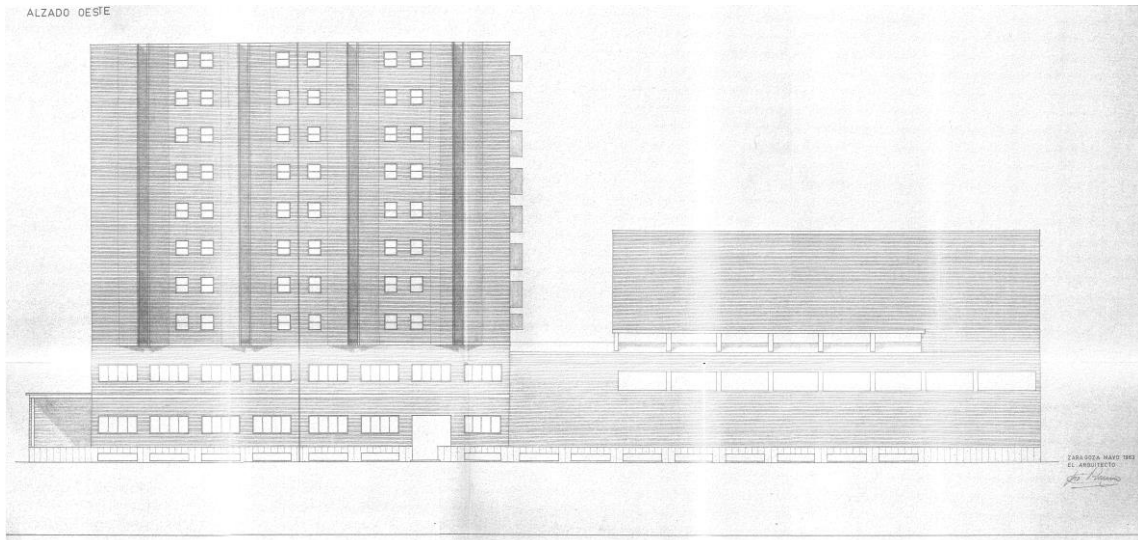


Fig. 7 Alzado oeste proyecto

Se mantienen las entradas independientes para cada uno de los colectivos que van a dar uso al edificio: por un lado, la entrada principal de la iglesia para los fieles y comunicación con las dependencias parroquiales, y por otro, entradas separadas para los residentes de Colegio Mayor, en la parte posterior de la manzana, y los religiosos con los que cohabitan, si bien el espacio interior se encuentra directamente relacionado.

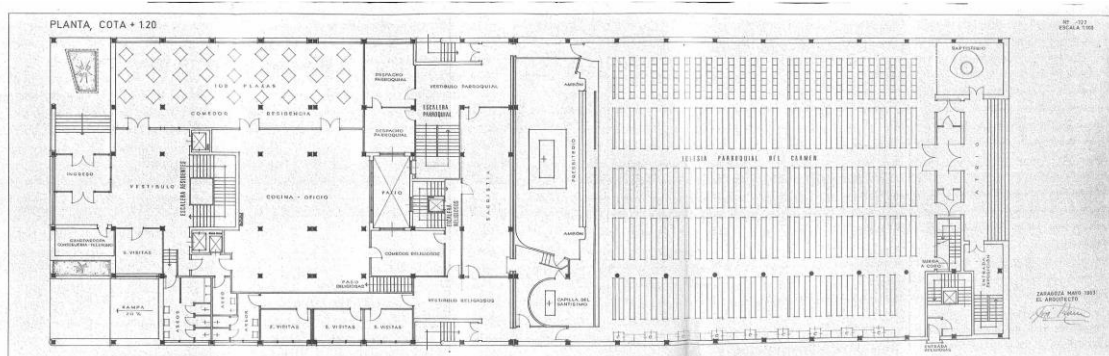


Fig. 8 Configuración en Planta Baja en el proyecto de Mayo de 1963

En cuanto a la iglesia cambia totalmente la configuración de la misma. Al localizar en uno de los laterales la residencia de religiosas, el espacio de la iglesia queda caracterizado por dos ambientes: el principal, a doble altura, en el que se realizan los actos importantes, y un espacio de altura más reducida justo debajo de las dependencias de las religiosas, donde se localiza la Capilla del Santísimo. Reproduce este juego de alturas bajo el coro, otorgando al espacio principal, una sensación de amplitud. Tras el estudio de las plantas, vemos que aparece la torre en la iglesia en forma de una gran cruz, apreciándose una transición en las dos fases y llevándola a la fachada principal. Los confesionarios se localizan en los laterales de la iglesia, de acuerdo con las directrices marcadas por las nuevas disposiciones del espacio sacro.

Con esta nueva disposición surge la necesidad de introducir luz natural a través de la fachada del Colegio que da al Paseo María Agustín al localizarse en habitaciones en ella. Inteligentemente y buscando continuar con la rotundidad que necesita, crea una serie de cerramientos opacos de hormigón que desplazándolos hacia el exterior otorgan un efecto plástico a la fachada, suavizando su masividad y permitiendo la entrada de luz a través de los laterales donde se localizan pequeñas ventanas, modulando la fachada y dándole escala.

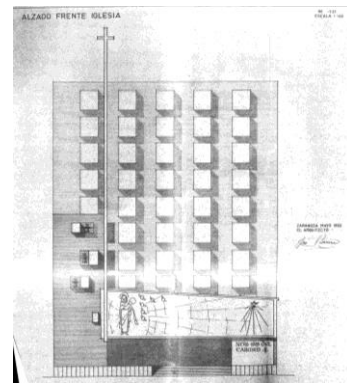


Fig. 9 Alzado frente iglesia

Esta composición del edificio deriva también de la distribución de la habitación del residente, considerando de gran importancia el ambiente de este espacio. De esta manera dispone cada una de ellas con tres elementos: cuarto de estudio o estar, dormitorio y aseo, constando cada una de ellas con un armario, tras el cual se oculta una puerta corredera que divide el espacio. Así, el estudiante dispone de una habitación tipo "suite" evitando que haya que estudiar en el mismo espacio que en el que se duerme.

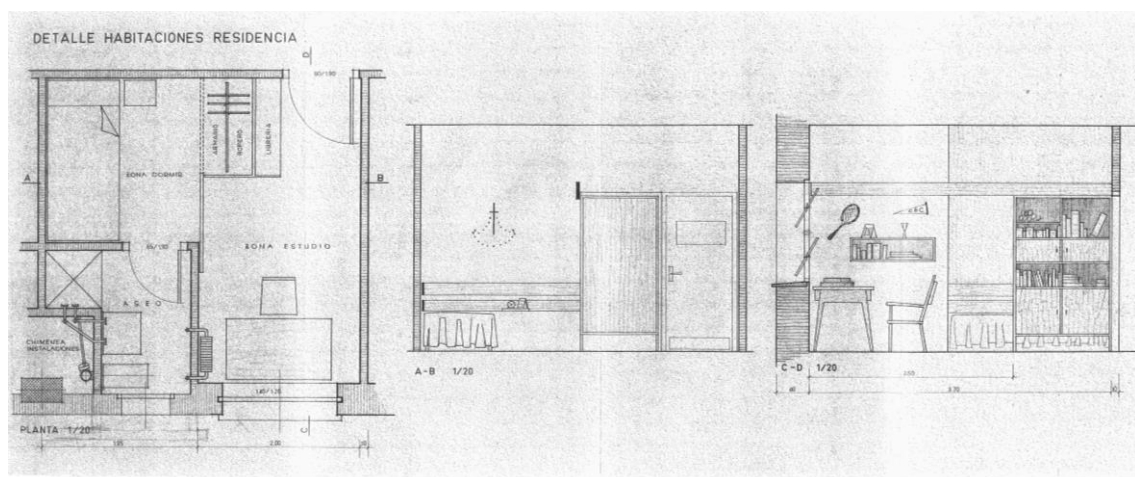
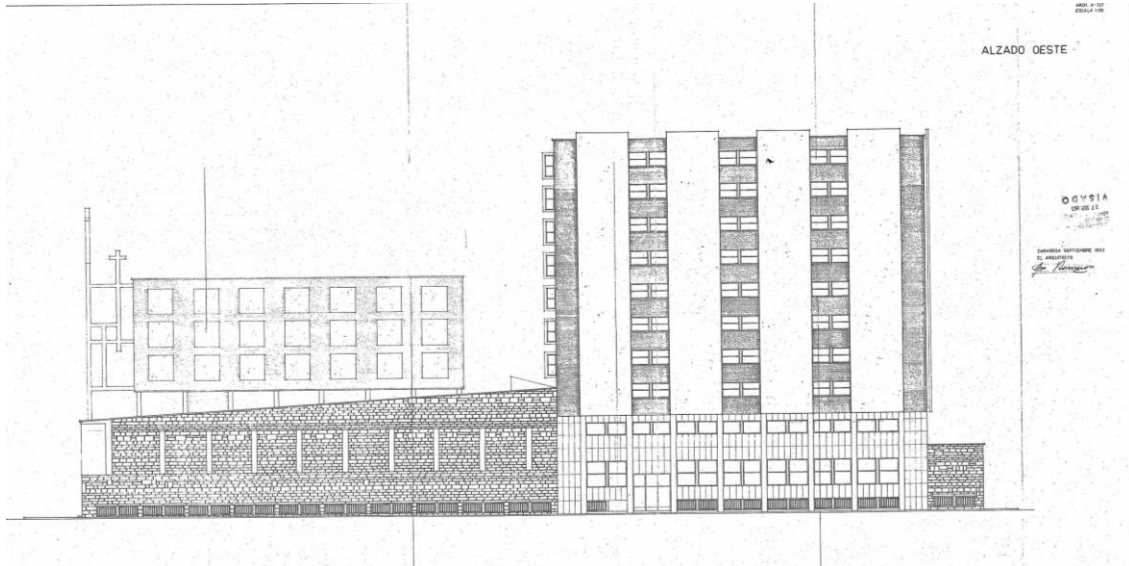


Fig. 10 Detalle habitación

## PROYECTO. SEPTIEMBRE 1963

En Septiembre de 1963 presenta la última versión del proyecto para el Colegio Mayor e Iglesia Virgen del Carmen, visada por el Colegio de Arquitectos. Aunque el resultado final de la obra dista bastante de este modelo, se aprecian actitudes que denotan la delicadeza y originalidad que caracterizan la obra construida.



*Fig. 11 Vista del alzado oeste del proyecto de Septiembre de 1963*

Se mantiene y afianza la configuración formal de las tres piezas en las que se reparte el programa: Colegio Mayor, Residencia de religiosas e iglesia, así como los accesos a las distintas zonas del edificio, añadiendo entradas independientes para religiosos y parroquia en las fachadas laterales. Esta fase representa un primer paso de depuración de la forma, distribuyendo minuciosamente el programa, que había variado ligeramente desde el anteproyecto:

- Colegio Mayor Universitario
- Residencia de religiosos, en contacto con el Colegio
- Residencia de Religiosas y sirvientes
- Salón de Conferencias para servicio del colegio
- Iglesia
- Dependencias de asistencia social
- Garaje para pequeños vehículos del Colegio

En la iglesia mantiene los ambientes creados por el juego de alturas, advirtiendo la necesidad de crear un espacio tanto para la oración individual como para la comunión del pueblo de Dios, encontrándose la evolución importante en la reordenación de la entrada donde realiza una configuración más plástica, evitando accesos a otras salas, localizándolas en los laterales del edificio.



La luz queda introducida de manera controlada a través de las fachadas laterales por medio de estrechos ventanales verticales. Ya no aparece la torre en esta fase, localizando en su lugar una composición regular simulando la cruz, como mecanismo convocatorio abstrayendo la forma hacia una respuesta más moderna.

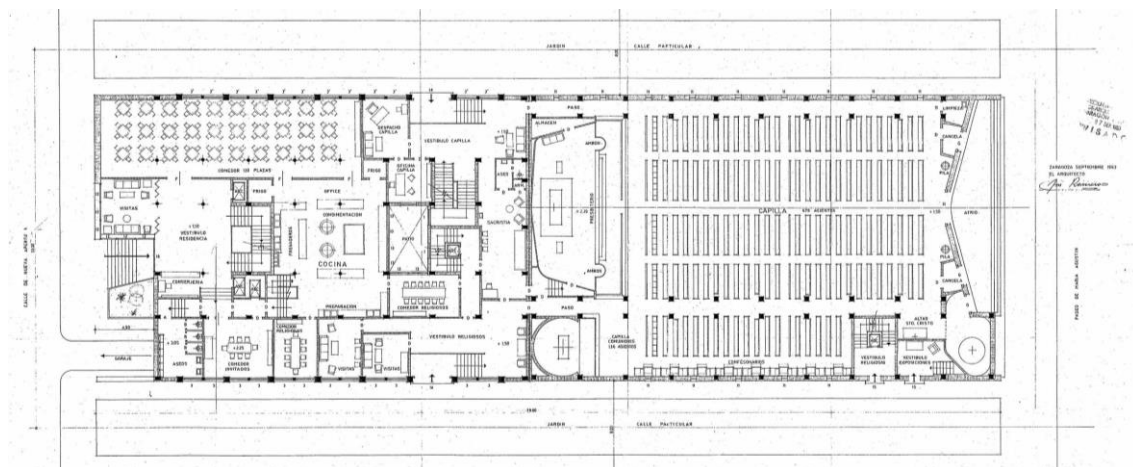


Fig. 13 Distribución en Planta baja. Septiembre 1963

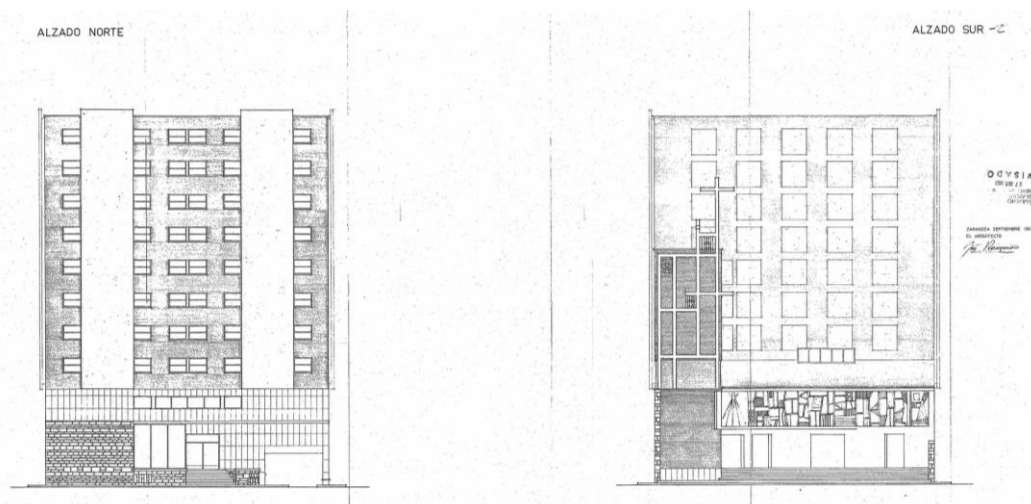


Fig. 12 Alzados principales. Septiembre 1963

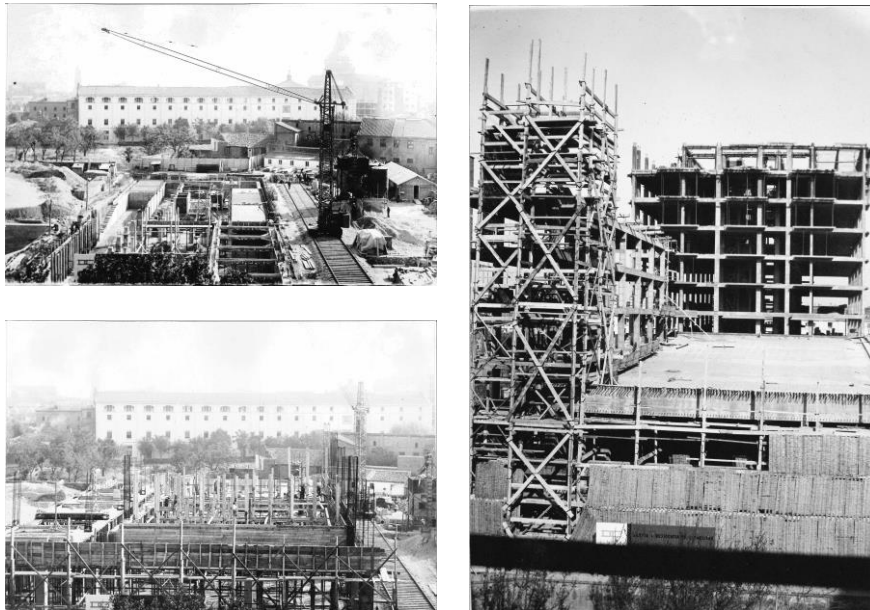
En cuanto a la distribución del programa se comentará de una forma más detallada en la fase del proyecto construido pues se considera que es la que hay que estudiar detenidamente. Es necesario comentar el juego de alturas que aparece en todo el edificio, debido a la necesidad de entrada elevada a la iglesia, dispuesto por los cánones de diseño de las mismas, y aprovechamiento de los usos sobre la rampa del garaje. La solución de los cerramientos opacos que esconden las ventanas se mantiene, llevándola también al resto de las fachadas del colegio a través de unas mamparas verticales de hormigón detrás de las cuales se localizan los aseos permitiendo una mayor privacidad y una iluminación y ventilación indirectas. Con este recurso consigue un juego plástico en la fachada a la vez que acentúa su rotundidad.

El bloque de religiosas queda separado de la iglesia por una franja ordenada mediante pilares, de adscripción completamente moderna. La solución de su fachada es la misma que en la fase anterior.



## PROYECTO CONSTRUIDO

El resultado final del proyecto presenta bastantes diferencias con respecto a los anteriores diseños, si bien se han mantenido las directrices en cuanto a la configuración formal de tres piezas que permite reservar la parte principal sobre la avenida para la iglesia, evitando una presencia masiva sobre la calle. No existen planos originales de la obra realizada ya que el arquitecto iba realizando cambios conforme se iba ejecutando, por lo que el estudio del programa se realiza a través de planos de instalaciones e incendios realizados posteriormente en 1982, que permiten el desmenuzamiento y comprensión del edificio.

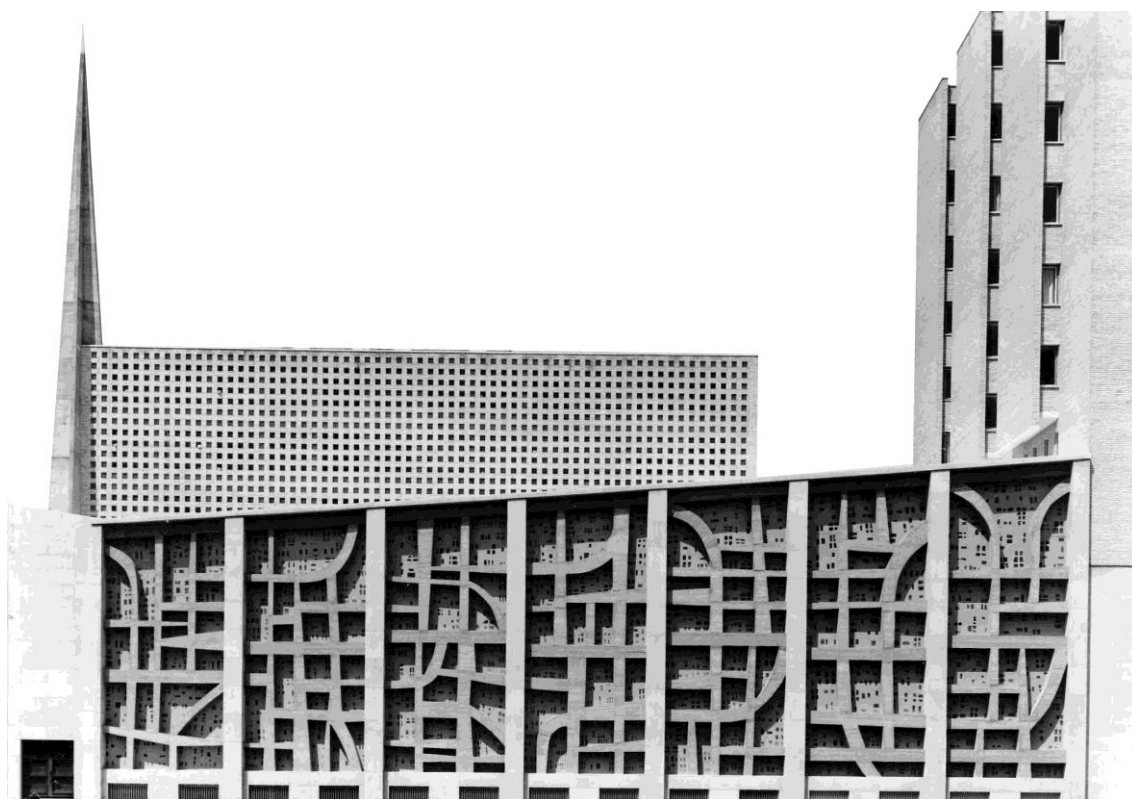


*Fig. 14 Imágenes del proceso de construcción*

Las principales diferencias entre este modelo y el anterior residen, a parte de la distribución del programa, en la depuración formal de los elementos que lo componen. En el colegio, la solución de las mamparas verticales se lleva también a la fachada principal, ciega, dejando a un lado la repetición que hasta ahora traía y dando unidad al conjunto; además el material de las mamparas cambia, realizándose en ladrillo cara vista al igual que el resto de la fachada, creando un efecto plástico muy interesante: la rotundidad del volumen es suavizada por este desplazamiento del cerramiento. Este cambio en la fachada también se lleva a cabo en la residencia de religiosas, donde la repetición se sustituye por una trama en ladrillo que se integra perfectamente en el conjunto sin dejar entrever lo que ocurre en el interior.

La forma de la torre-cruz se abstrae aún más, creando un elemento elevado que articula la unión entre la iglesia y la residencia de religiosas y presenta una elegante reinterpretación moderna del símbolo de la iglesia. Mediante sutiles pliegues y hundimientos consigue una perfecta transición en la fachada mediante el tratamiento del ladrillo y el hormigón, que adquieren gran interés en este elemento.

La fachada oeste de la iglesia, por donde se introduce la luz que baña el espacio interior, también se encuentra modificada, presentando un modelo que explora las posibilidades plásticas del hormigón y se convertirá en uno de los elementos más representativos del proyecto. Con ciertas influencias corbuserianas, el arquitecto explora la creación de un velo horadado; la fachada de hormigón perfectamente integrada entre la estructura deja entrar la luz tamizada a través de cristales tintados, creando la penumbra adecuada para la iglesia y en el exterior se localizan unos salientes de hormigón de formas plásticas que evitan que incida la luz de manera directa, de esta manera consigue una fachada muy expresiva que responde una condición funcional.



*Fig. 15 Fachada lateral iglesia y religiosas*

En cuanto a la composición general del edificio existe una gran diferencia en cuanto a la distribución de las plantas entre la zona de la residencia que comunica con la iglesia y las plantas de habitaciones que responden a la misma tipología. Las primeras presentan un juego espacial digno de los espacios públicos y semipúblicos que albergan, con recorridos a media altura y zonas a doble altura, siendo todas ellas diferentes. Por otro lado, las plantas de las habitaciones responden a la misma distribución, con dormitorios que dan al exterior y al patio, los aseos se localizan tras las mamparas de ladrillo permitiendo la ventilación de los mismos y entre habitaciones se localiza un patinillo vertical reservado para conducciones, evitando ventilaciones forzadas, que puede ser accesible en caso de avería. Los elementos de comunicación vertical aparecen separados ambos lados del patio para diferenciar la escalera de religiosos de la de residentes.

En cuanto al emplazamiento del proyecto se realiza la reparcelación de la manzana, idea que lleva arrastrando desde los primeros bocetos, trazando una nueva calle en la parte posterior del solar.

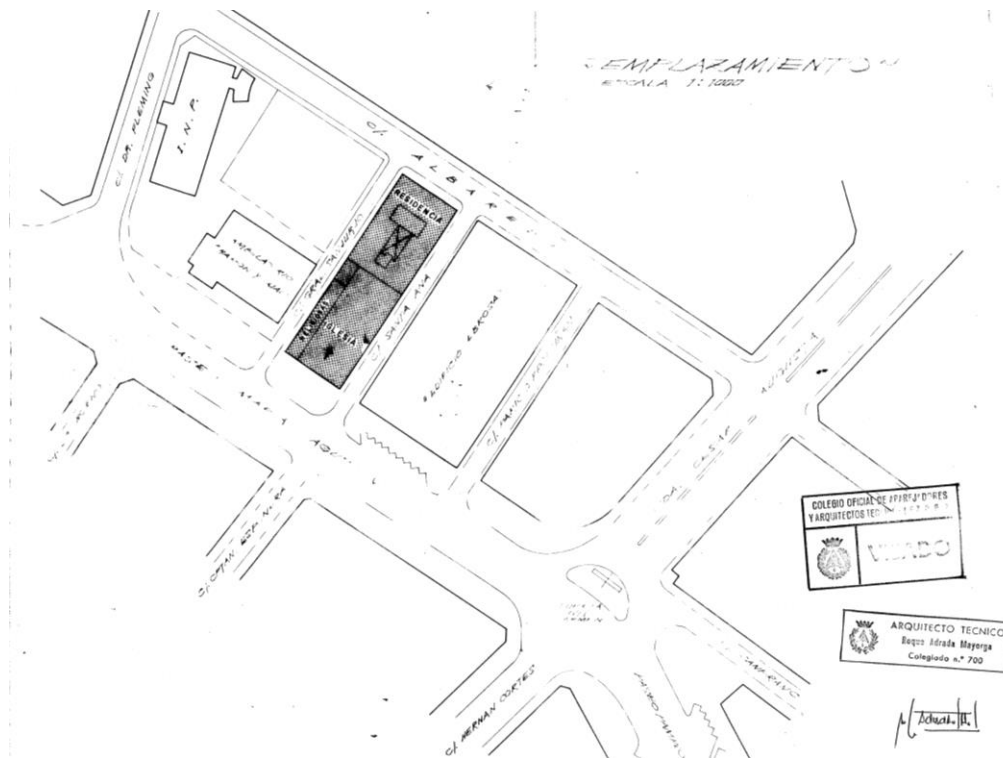


Fig. 16 Emplazamiento del edificio y calle de nueva apertura (Albareda)

Dada la complejidad del programa, como bien expone el arquitecto en la memoria del proyecto, resulta de más fácil entendimiento si se describe el edificio partiendo de cada una de las entradas al mismo:

- ENTRADA COLEGIO MAYOR:

Por la calle de nueva apertura y mediante escalinata exterior se efectúa el ingreso al vestíbulo general del colegio, a través de una cancela, disponiendo en él la recepción, entrando en un espacio en el que mediante retranqueos de los forjados consigue una sensación de amplitud e iluminación en el volumen que abarca esta planta la superior y las inferiores. Desde aquí se da acceso mediante medias alturas a la sala de estar y al semisótano. En el centro del vestíbulo se emplaza la escalera propia del Colegio y los ascensores. El resto de la planta baja se destina a otras dependencias que se describirán junto a su entrada correspondiente.

La planta 1, con acceso desde la sala de estar a través de medias alturas o desde la escalera principal, se destina a uso administrativo con despachos y cafetería. Desde aquí se comunica directamente con la zona de la parroquia y a su vez con la parte alta de la iglesia y el coro.

- ENTRADA RELIGIOSOS Y PARROQUIA

Situadas a ambos lados del edificio se encuentran las entradas para los religiosos carmelitas y para la parroquia, desde las que se entra en un espacio en el que se disponen un vestíbulo, despachos y salas de espera en ambos lados. Se emplazan dos núcleos de comunicaciones, uno de carácter más privado, cerrado, que comunica todo el edificio, y uno abierto para la comunicación de la parroquia.

En planta 1 se disponen las dependencias parroquiales como la sacristía, despachos privados o salas de reuniones.

- ENTRADA RELIGIOSAS

Por uno de los laterales se efectúa el acceso a la pieza de la Residencia de religiosas, desde el cual únicamente se da acceso al vestíbulo y al núcleo de comunicaciones. En planta 1 empieza a aparecer el programa destinado a este bloque, donde se destinan los usos de capilla, salas de visitas y almacenes.

- ENTRADA IGLESIA

De manera elevada mediante escalinata exterior se efectúa la entrada a la iglesia, con fachada principal al paseo María Agustín, que dispone de tres puertas para penetrar en ella. Consta de dos naves, la central que forma la iglesia propiamente dicha y otra lateral para comunicaciones y confesiones. Adscribiéndose a los pensamientos del nuevo espacio litúrgico dispone el presbiterio de Altar Mayor y las alturas intersticiales entre este y los fieles, así como la pila bautismal y los confesionarios, inteligentemente integrados en el muro.

Por los laterales del Altar Mayor se da acceso al vestíbulo de religiosos y la parroquia y a través de un paso escondido detrás de la capilla lateral, iluminada cenitalmente, se accede a la sacristía.

En planta 1 se localiza el coro en directa conexión con el vacío de la iglesia, así como la conexión con el espacio de religiosas y el bloque de residencia.

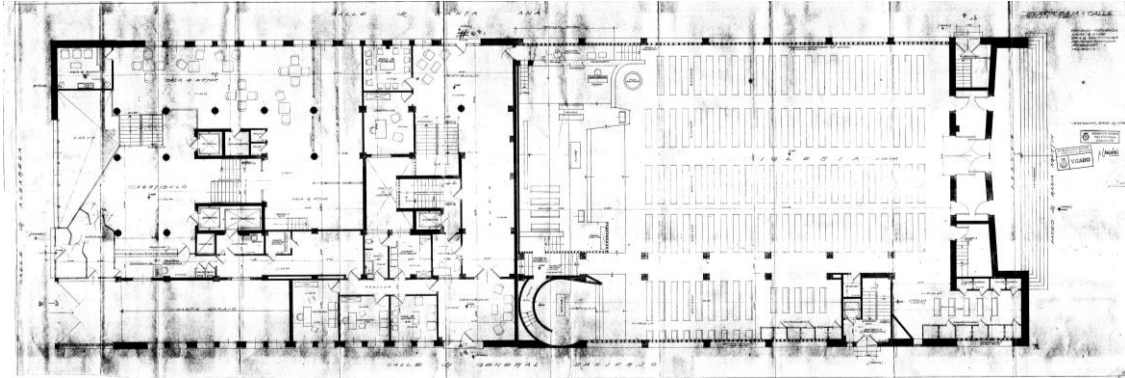


Fig. 17 Planta Baja

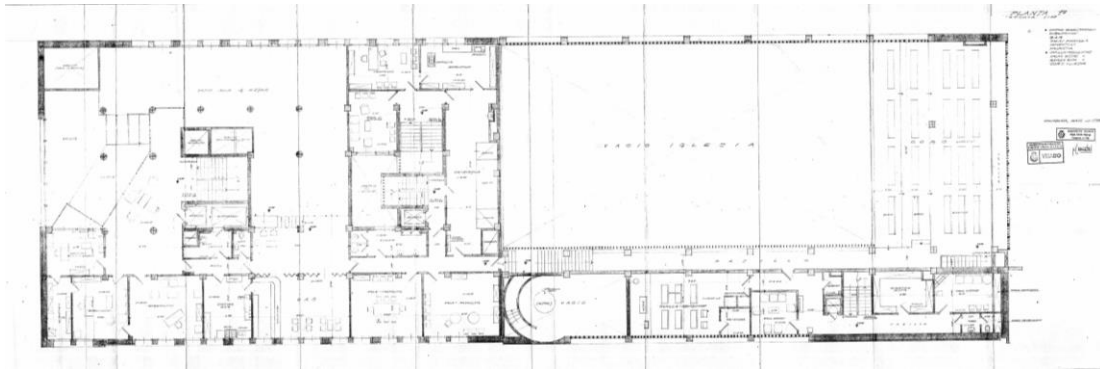


Fig. 18 Planta 1º

Una vez entendida la complejidad espacial y de distribución que presenta el edificio en las primeras plantas se puede continuar una por una.

**Planta Sótano y Semisótano:** Las plantas enterradas albergan programa tanto del Colegio Mayor como de la parroquia. En planta sótano se disponen los usos de gimnasio, piscina climatizada y salón de actos, así como salas para calderas e instalaciones, cuarto de mantenimiento y garaje. En el semisótano se localizan salas comunes para el uso de los colegiales (salas de tv., aulas, sala de música...), vestuarios para el gimnasio y piscina. Se disponen también los usos al servicio del colegio como despensa, lavandería, ropero o cuarto de la plancha y usos de la parroquia: cocina, almacenes y comedor para la beneficencia.

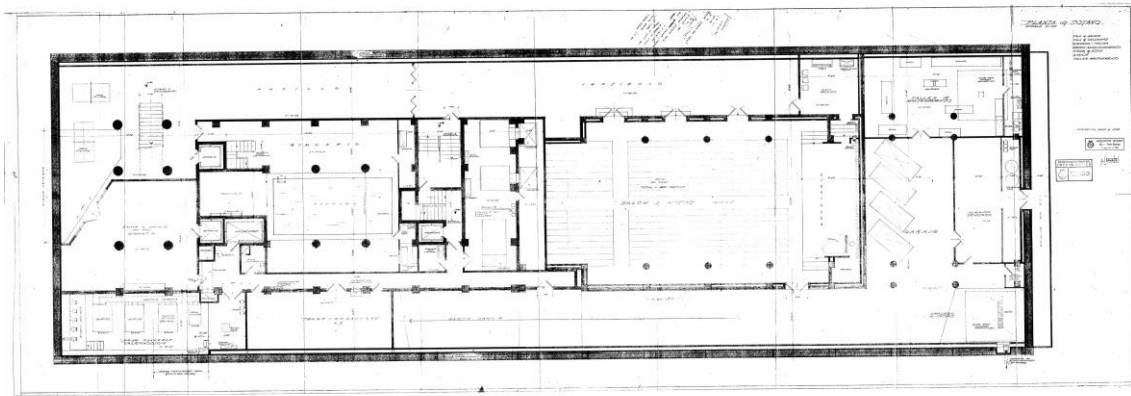


Fig. 20 Planta Sótano

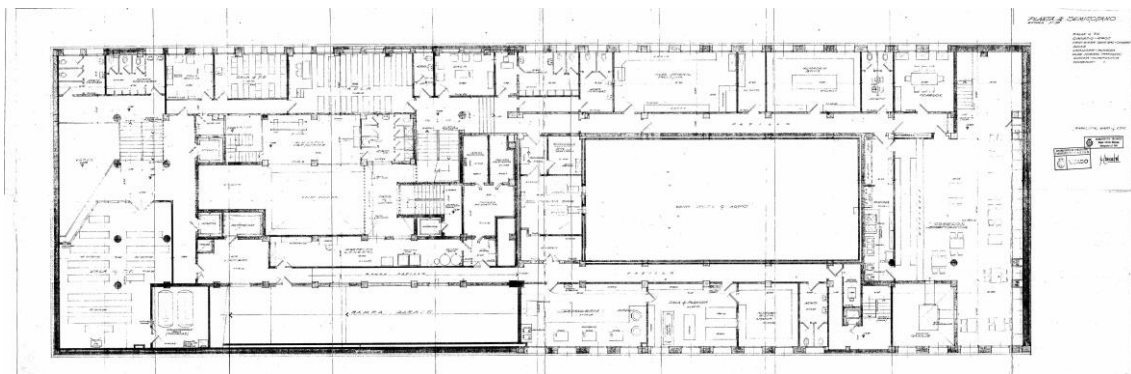


Fig. 19 Semisótano

**Planta 2º:** A partir de esta planta los usos quedan claramente divididos, por un lado, el Colegio y por otro la residencia de religiosos. En el Colegio Mayor se destinan a esta planta, por un lado, las salas comunes para los colegiales: biblioteca, salas de estudio y lectura y capilla (actualmente sala de conferencias), y por otro, las dependencias de los religiosos, con habitaciones individuales y baños comunes. En el bloque de religiosas aparecen la salida a la terraza y la sala de estar (actualmente almacenes).

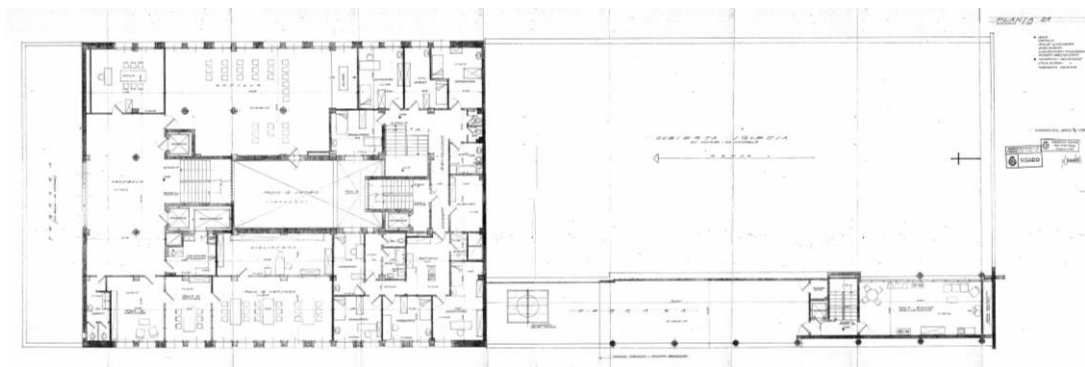
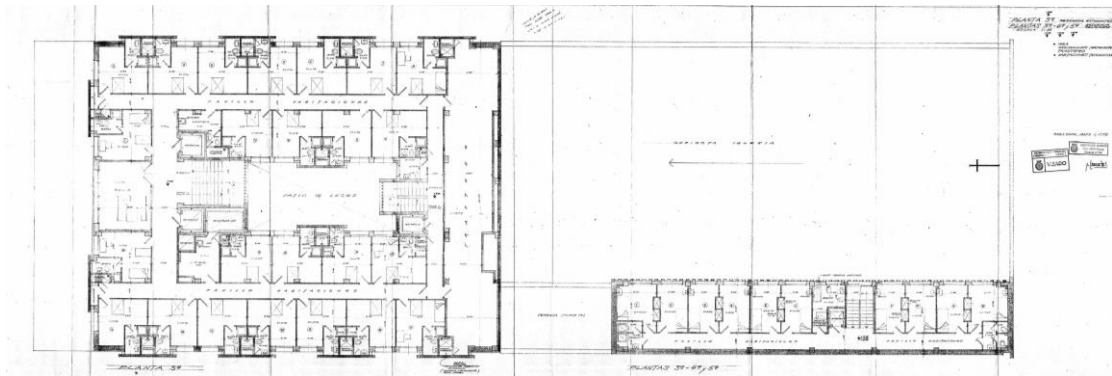


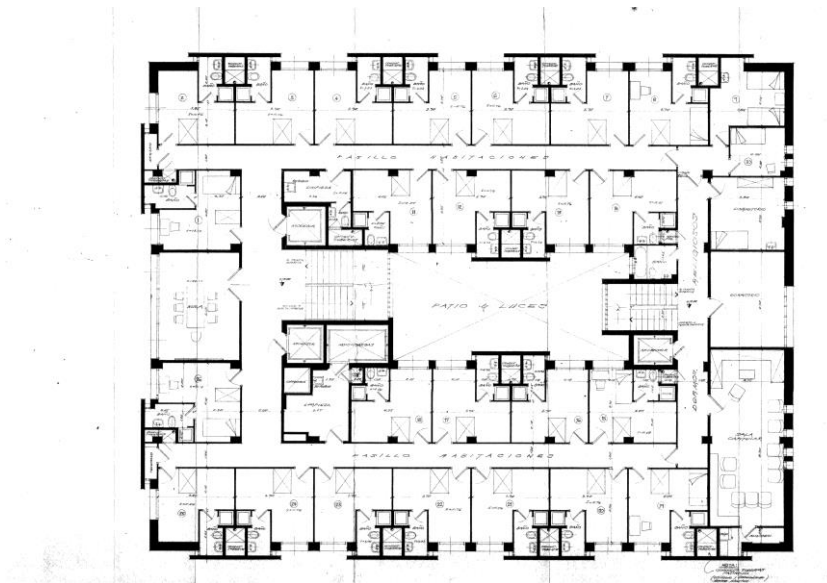
Fig. 22 Planta 2º

**Planta 3º:** A partir de aquí se destinan las habitaciones de los residentes. La disposición de la planta está proyectada con un pasillo de circunvalación y dependencias a ambos lados, bien a fachada o al patio central. En el vestíbulo de la planta se sitúa una sala de estar o estudio. Las habitaciones de los residentes son todas análogas y constan de tres elementos: cuarto de estudio o estar, dormitorio y aseo, además cada dormitorio tiene su armario, cuya puerta corredera sirve para incomunicar las zonas de estudiar y de dormir. Entre las habitaciones se aloja la chimenea que contiene todas las conducciones. Además, en cada planta se dispone cuartos de limpieza y usos anexos como almacenes y trasteros. En cuanto al volumen de religiosas se repite la configuración de esta planta en las dos siguientes, donde se encuentran las habitaciones y los aseos comunes (actualmente se localizan aulas y dependencias parroquiales).



*Fig. 23 Planta 3º Residencia y plantas 3º, 4º y 5º religiosas*

**Planta 4º:** Con una configuración similar se ordena esta planta, cuya diferencia recae en las habitaciones y salas que dan a la fachada sobre la iglesia.



*Fig. 24 Planta 4º Residencia*

**Plantas 5º, 6º, 7º, 8º y 9º:** Se disponen de igual manera, con habitaciones a ambos lados de un pasillo central, con variantes en la planta 6º, donde se localiza la enfermería.

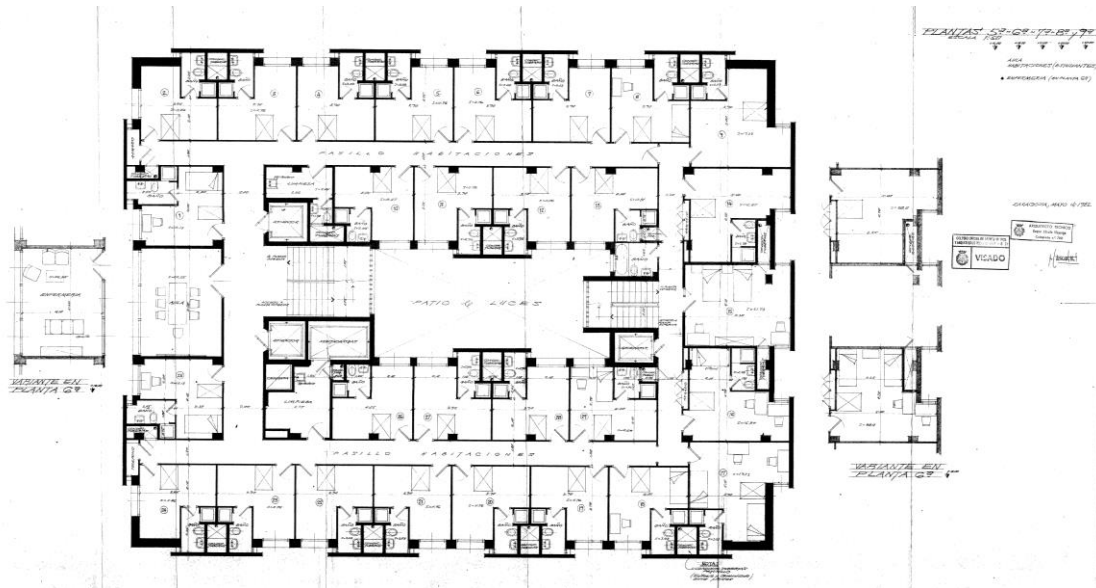


Fig. 25 Plantas 5º, 6º, 7º, 8º y 9º

**Planta 10º:** La ordenación cambia en este nivel, donde se localizan el comedor y la cocina, con sus usos anexos: servicio, oficio, comedores privados, etc. Se accede a través de un gran vestíbulo que da paso al comedor y al comedor de invitados. En esta planta se ciegan algunas de las mamparas para evitar ventilaciones e iluminaciones innecesarias.

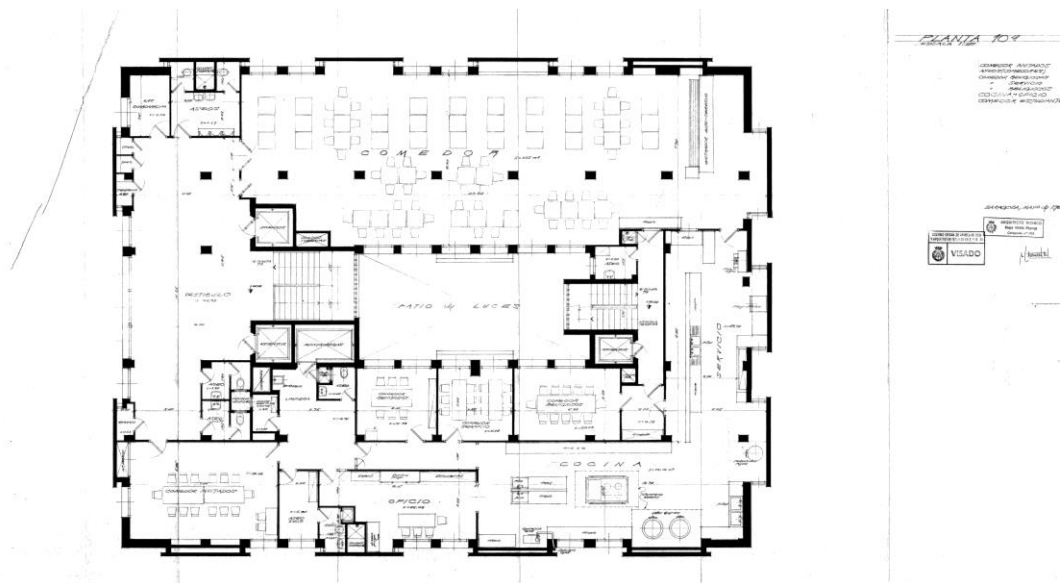


Fig. 26 Planta 10º



**Planta terrazas:** En esta última planta se localiza la terraza accesible y los cuartos de mantenimiento de ascensores e instalaciones.

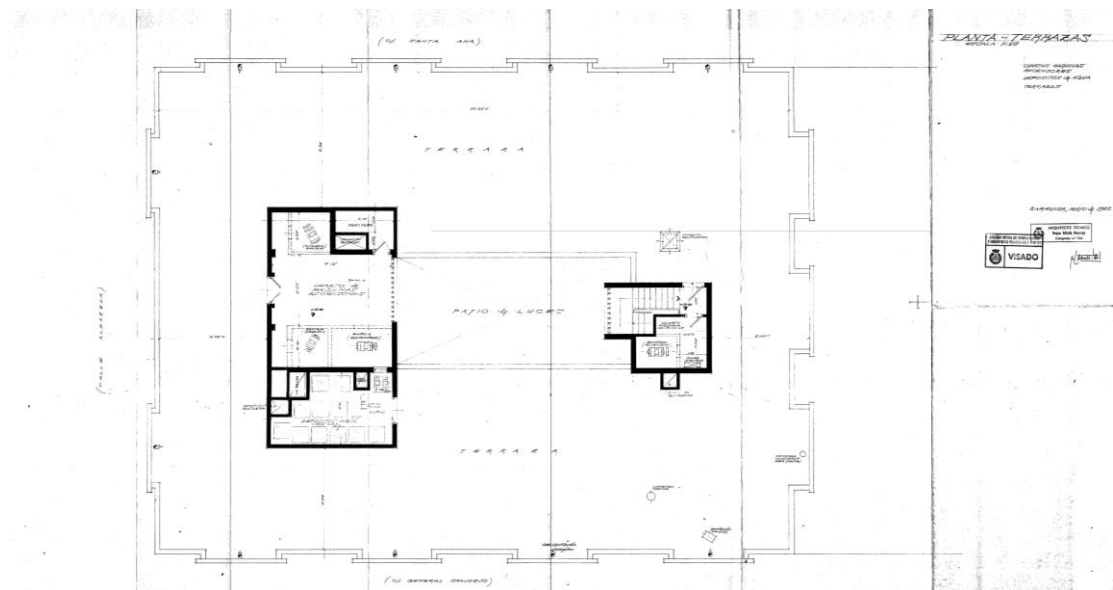


Fig. 27 Planta terraza

**Sección longitudinal:** A través de la sección longitudinal se puede entender de una manera más clara la compleja configuración espacial del edificio, y a su vez lo bien que se encuentra resuelta la disposición del programa, así como de las piezas que componen el volumen del proyecto.

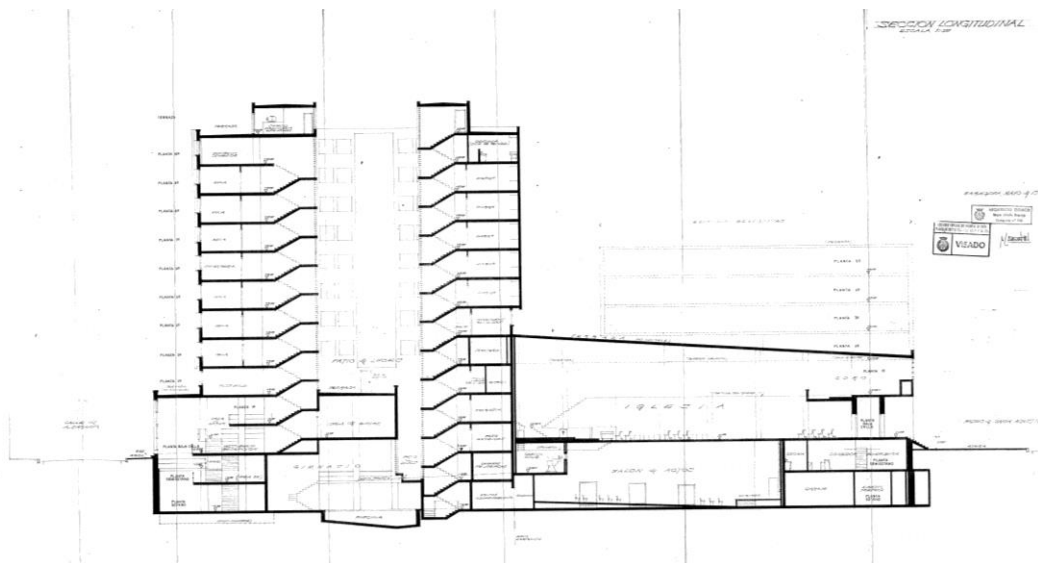


Fig. 28 Sección longitudinal

## REFORMAS LLEVADAS A CABO DESDE SU CONSTRUCCIÓN

### Accesibilidad de la Parroquia

En 1996 se lleva a cabo la construcción de una rampa de acceso a la parroquia por la fachada del Paseo María Agustín, proyectada por el arquitecto José María Lahuerta. La rampa se desarrolla como una prolongación del zócalo de granito que forman las escaleras, apoyándose en el mismo plano horizontal y vertical. El granito gris es flameado con lo que se consigue homogeneizar texturas y colores y realizar un pavimento antideslizante. El quiebro de la rampa se soluciona con una pieza de hormigón visto, creando un elemento que dialoga con la cruz elevada de la iglesia y ayuda a articular la rampa con la escalinata de acceso de una manera más natural, de forma que la misma se incorpora al edificio sin estridencias.

### Reforma Colegio Mayor

En 2012 el estudio de arquitectura Arq21 lleva a cabo el proyecto de reforma y actualización del Colegio Mayor Virgen del Carmen. En esta se lleva a cabo una adecuación del interior del edificio, poniendo especial atención en las zonas comunes y las habitaciones. No se realizan cambios en la envolvente del edificio salvo en las plantas sótano y semisótano donde en algunas partes se trasdosa con cartón-yeso para alojar conducciones, pero si se realizan acabados en madera dando un enfoque contemporáneo al espacio interior; se cambian falsos techos y se proyectan nuevos sistemas de ventilación y climatización. En las habitaciones se cambia la configuración, eliminando el armario y por ende la diferenciación de espacios, transformándose en un único espacio más amplio pero que modifica la esencia y originalidad con que el arquitecto diseñó los dormitorios.



*Fig. 29 Reforma Colegio Mayor*

Se cambiaron los usos de algunas estancias a lo largo del edificio, al quedarse desactualizadas y con el paso de los años. En planta sótano se reorganizan el gimnasio y a sala de calderas, se añaden aseos y se reforman los acabados del salón de actos. En planta baja y primera se reforman los acabados y el aspecto general del espacio, mientras que en la segunda se dispone una sala de conferencias en lugar de la capilla y se reorganiza la biblioteca añadiendo salas de trabajo, se redistribuyen las habitaciones de religiosos, completándolos con baños individuales en cada dormitorio y en el bloque de religiosas se cambian los usos al quedarse en desuso por las mismas, en este caso por almacenes.

ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DEL ESTADO ACTUAL

Tras haber descrito y entendido el edificio se pasa al análisis de todos aquellos elementos que requieran de comprobación según la normativa vigente. Se estudia el edificio según el estado actual, tras la reforma llevada a cabo en 2012, y dada la gran extensión del edificio tanto por superficie como por usos se lleva a cabo un análisis por partes, dependiendo de la importancia en cada caso. Se realiza una comprobación de los documentos DB-HE y DB-HR de los cerramientos y particiones de la parte del Colegio Mayor dado que es la pieza de mayor envergadura y la situación de protección en la que se encuentra la iglesia; de todas maneras, parte de las soluciones propuestas se podrán extrapolar a esta zona en aquellos lugares en los que tenga las mismas características. En cuanto a los documentos DB-SI y DB-SUA se realiza un estudio del edificio en conjunto dada la conectividad directa que existe entre todas sus partes. Tras este análisis se llevará a cabo la propuesta de distintas soluciones y reformas que permitan la adaptación del edificio a la normativa.

El objetivo del trabajo no pretende ser la realización de un análisis exhaustivo del CTE en todas sus secciones, sino de considerar las cuestiones principales en cuanto al cumplimiento de la normativa, analizar sus principales problemas y proponer soluciones a los mismos que puedan servir de referencia, a su vez, para problemas que aparezcan en edificios de características similares. Estas soluciones siempre se tomarán teniendo en cuenta la catalogación del edificio como Bien Catalogado del Patrimonio Cultural Aragonés, conservando en todo lo posible el aspecto original y valorando si es posible llevarlas a cabo en según que casos.

Se analizan cada uno de los documentos por separado, tras los cuales veremos que algunos puntos están relacionados. En origen se construyó sin aislamiento, lo que provocará el incumplimiento tanto térmicamente como acústicamente, por lo que se buscará soluciones que solventen ambos problemas. Las partes que se van a estudiar son:

- DB-HE: Ahorro de energía
  - Transmitancia térmica de los cerramientos exteriores y particiones interiores
  - Transmitancia de huecos
  - Condensaciones intersticiales y superficiales
  - Demanda energética del edificio
  
- DB-HR: Protección frente al ruido
  - Protección frente a ruido aéreo en cerramiento exteriores
  - Aislamiento a ruido aéreo en tabiquería y elementos verticales
  - Aislamiento a ruido de impacto en elementos de separación horizontal
  - Protección frente a ruido aéreo en huecos

- DB-SI: Seguridad en caso de incendio
  - Sectorización
  - Ocupación del edificio
  - Evacuación de ocupantes
  
- DB-SUA: Seguridad de utilización y accesibilidad
  - Resbalicidad de los suelos
  - Seguridad frente a riesgo de impactos
  - Seguridad en piscina
  - Accesibilidad

## RECREACIÓN DE LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS

A través de los documentos y planos del proyecto y la interpretación de los planos originales se lleva a cabo la interpretación de las soluciones constructivas aplicadas en el edificio del Conjunto Virgen del Carmen. Además, mediante visitas al edificio se ha podido comprobar la veracidad de las mismas. Todas ellas son conclusiones sacadas de documentos y comprobaciones, ya que el presupuesto general del proyecto visado no corresponde con la obra construida, aunque si comparte algunos detalles como los muros de ladrillo macizo o los muros en contacto con el terreno. Para el resto de soluciones se realizan comprobaciones in situ de la obra ejecutada.

En cuanto a las consideraciones previas y según viene recogido en el pliego de condiciones:

-Estructura: se optó por una estructura de hormigón armado en todo su conjunto, con forjados de bovedillas de hormigón.

*“Todo el hormigón armado será de 350 kg. de cemento por m<sup>3</sup>. Los encofrados para los elementos de estructura serán de material suficientemente rígido para evitar deformaciones durante su ejecución y fraguado. Una vez colocadas las vigas y antes de la colocación de las bovedillas, se apuntalará cada tramo con tabloncillos de canto, uno en cada tercio de la luz libre apuntalados cada tres viguetas como máximo y con veinte milímetros de contraflecha en el centro.”*

-Cerramientos exteriores: se utilizó ladrillo local visto en gran parte de las fachadas a excepción de las plantas bajas del colegio donde se aplaca con piedra.

*“Absolutamente todas las fábricas de ladrillo se colocarán a regla y cortel, con hiladas marcadas antes de comenzar. El mortero a emplear será de 200 Kg de cemento por m<sup>3</sup>, amasado mecánicamente. El ladrillo*

*visto se ajustará exactamente al detalle correspondiente a sesenta milímetros de hilada y con junta rehundida un centímetro.”*

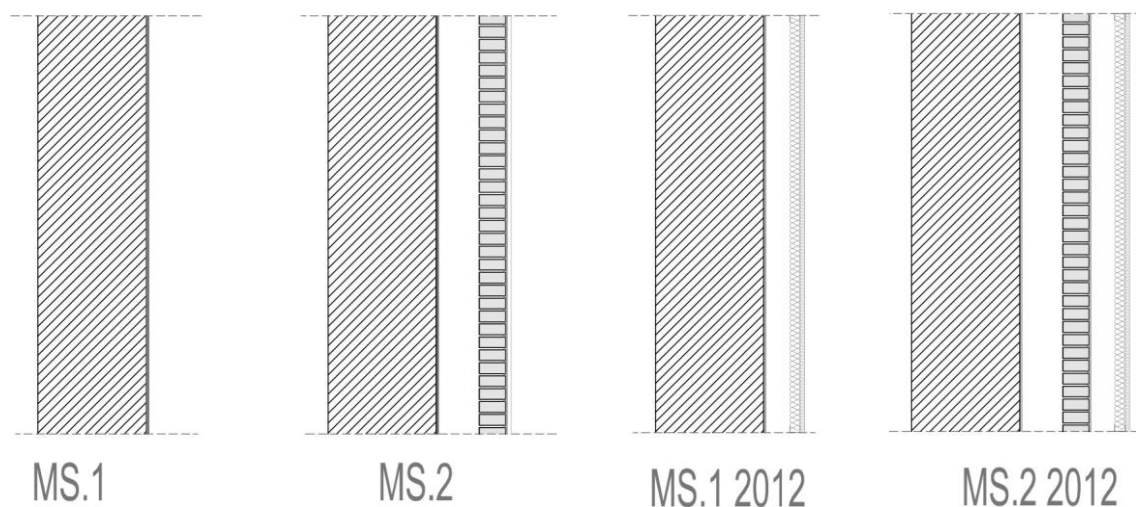
No aparece aislante térmico en ninguno de sus cerramientos, salvo en las cubiertas, que se proyectan aisladas e impermeabilizadas. Asimismo, el único aislante acústico que aparece es en el cerramiento interior de salón de actos de la planta sótano, dispuesto en una cámara entre dos muros de tabicón de ladrillo hueco.

#### Muros en contacto con el terreno:

- MT.1: Hormigón en masa de 250 kg. de cemento y jaharrado de cemento, enlucido de yeso.
- MT.2: Hormigón en masa 250 kg. de cemento y jaharrado de cemento, cámara de aire no ventilada, fábrica de ladrillo de ½ pie de espesor con jaharrado de cemento y enlucido de yeso.

En 2012, con la reforma se llevan a cabo modificaciones en algunas partes de los muros de sótano, incorporando aislamiento en los elementos verticales:

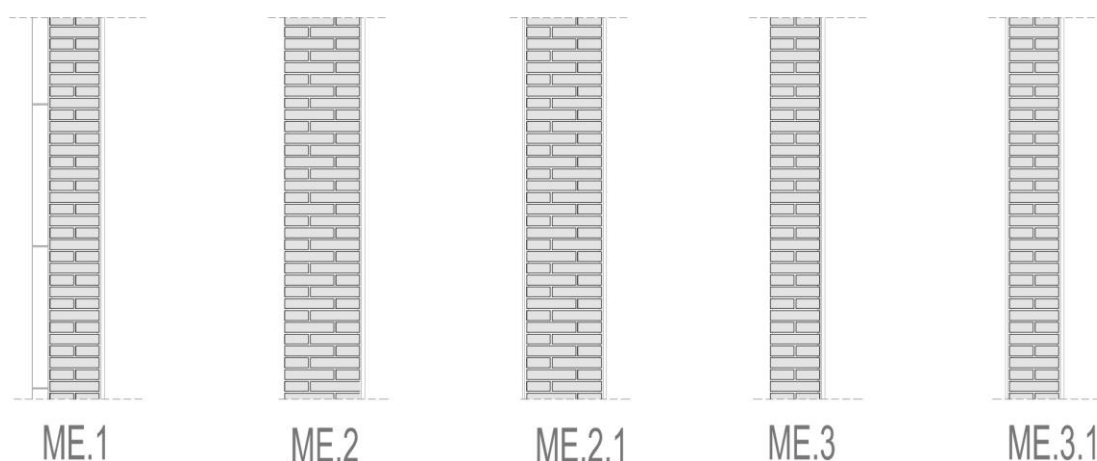
- MT.1 2012: Hormigón en masa de 250 kg. de cemento y jaharrado de cemento, cámara de aire no ventilada y trasdosado aislante de cartón-yeso.
- MT.2 2012: Hormigón en masa 250 kg. de cemento y jaharrado de cemento, cámara de aire no ventilada, fábrica de ladrillo de ½ pie de espesor con jaharrado de cemento, cámara de aire no ventilada y trasdosado aislante de cartón-yeso.



*Fig. 30 Detalle de los muros de sótano*

### Cerramientos exteriores

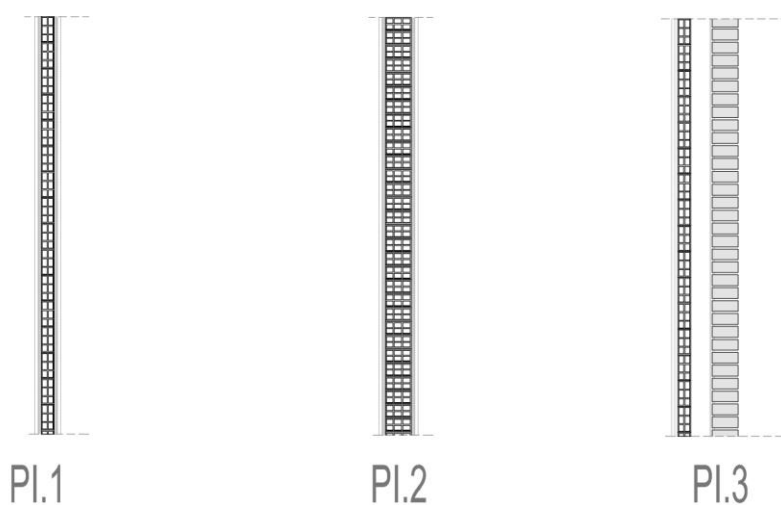
- ME.1: Aplacado de piedra, muro de fábrica de ladrillo macizo de 1 pie de espesor con jaharrado de cemento y enlucido de yeso. Utilizado en plantas baja, primera y segunda del bloque del Colegio Mayor.
- ME.2: Muro de fábrica de ladrillo macizo de pie y medio de espesor con jaharrado de cemento y enlucido de yeso. Se utiliza en el cerramiento de las plantas superiores del colegio y en la iglesia y la residencia de religiosas.
- ME.2.1: Muro de fábrica de ladrillo macizo de pie y medio de espesor con revestimiento de pintura sintética al exterior y jaharrado de cemento y enlucido de yeso al interior. Empleado en los cerramientos exteriores que dan al patio interior
- ME.3: Muro de fábrica de ladrillo macizo de 1 pie de espesor con jaharrado de cemento y alicatado cerámico. Se utiliza en las mamparas exteriores que alojan los baño .
- ME.3.1: Muro de fábrica de ladrillo macizo de 1 pie de espesor con revestimiento de pintura sintética al exterior y jaharrado de cemento y alicatado cerámico al interior. Utilizado en las mamparas que dan al patio interior.



*Fig. 31 Detalle de los cerramientos exteriores*

### Particiones interiores

- PI.1: Tabicón de ladrillo hueco doble con jaharrado de cemento y enlucido de yeso por ambas caras. Esta solución se emplea para separación de locales de instalaciones, ascensores...
- PI.2: Tabique de ladrillo hueco simple con jaharrado de cemento y enlucido por ambas caras. Empleado para la división de los espacios.
- PI.3: Muro de fábrica de ladrillo macizo de  $\frac{1}{2}$  pie de espesor con jaharrado de cemento, cámara de aire no ventilada, tabicón de ladrillo hueco con jaharrado de cemento y enlucido de yeso. Utilizado en el muro de separación entre el colegio y la iglesia.

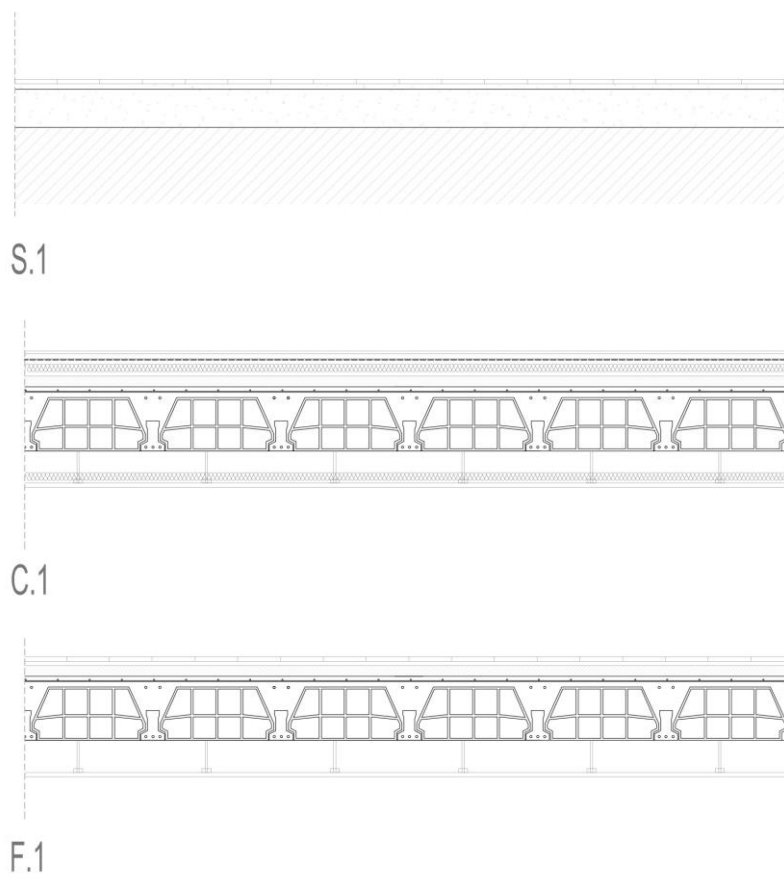


*Fig. 32 Detalle de las particiones interiores*

### Cerramiento y particiones horizontales

- S.1: Suelo en contacto con el terreno: Solera de hormigón en masa de 200 kg de cemento y 15 cm de espesor sobre tierra vegetal. Sobre la misma, mortero de cemento y pavimento cerámico.
- F.1: forjado de bovedillas aligeradas de hormigón con capa de mortero de cemento y pavimento cerámico y falso techo de placa de yeso. Utilizado en las particiones horizontales entre plantas.
- C.1: forjado de bovedillas aligeradas de hormigón con capa de mortero de cemento, aislante e impermeabilizante y acabado de pintura sintética. Utilizado en cubiertas.

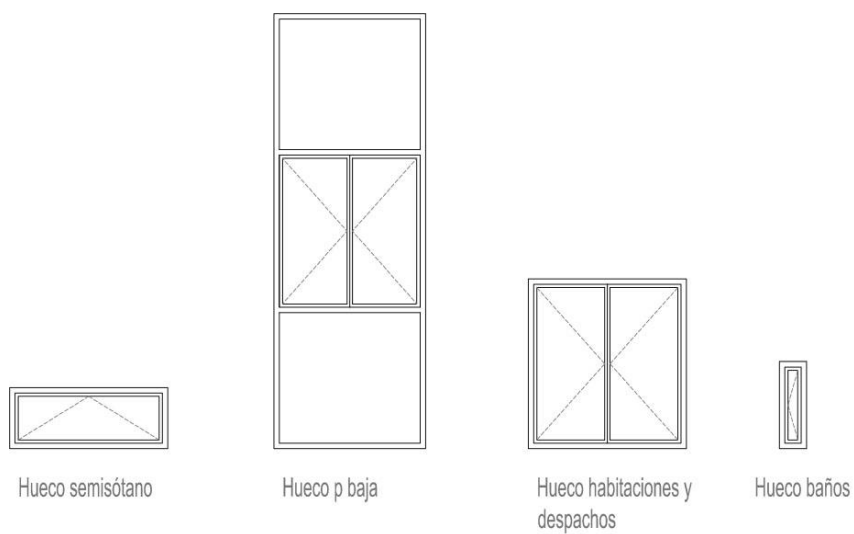




*Fig. 33 Detalle de las particiones horizontales*

## Huecos

La carpintería exterior del edificio es metálica de vidrio simple, utilizadas en las zonas comunes de planta baja. En los años 80 se llevó a cabo una reforma para cambiar las carpinterías de despachos, habitaciones y estancias del semisótano por unas metálicas de aluminio con cristal doble y cámara de aire, sin rotura de puente térmico.



*Fig. 34 Detalle huecos*



VERIFICACIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

## DB-HE: AHORRO DE ENERGÍA

El Documento Básico de Ahorro de Energía aborda las cuestiones relacionadas con conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límite sostenibles su consumo y conseguir a su vez que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovables, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento. Dentro de las 6 partes que componen el DB-HE, se estudia el apartado DB-HE 1, que se centra en el diseño de la envolvente del edificio con el objetivo de limitar adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico.

Dependiendo de la zona climática en la que se encuentra el edificio, en Zaragoza se trata de la zona D3, y del uso del edificio, el documento establece una serie de parámetros necesarios para el cumplimiento de la demanda energética. Se limitan las transmitancias térmicas de los cerramientos y particiones interiores, y la permeabilidad al aire de los huecos. Además, se recomienda evitar condensaciones, y teniendo en cuenta las diferencias de temperatura exterior-interior en una ciudad como Zaragoza, es fácil que puedan aparecer. En tal caso se aprovecharía la reforma necesaria para disponer una barrera de vapor.

Para el estudio de la demanda energética, se introduce el edificio en la herramienta unificada HULC, que permite comprobar las exigencias por el método general. Mediante esta herramienta se verifica la cuantificación del consumo energético del edificio y la limitación de la demanda energética. El resto de las verificaciones de los parámetros exigidos se realizarán de manera manual siguiendo las indicaciones del Documento Básico.

Para este apartado se estudia la parte del Colegio Mayor y las plantas Sótano y Semisótano al contar estas con usos comunes de todo el edificio. Así pues, se exceptúa de este estudio la iglesia, ya que según el apartado 1.1 del DB-HE1 se excluyen del campo de aplicación los edificios utilizados como lugares de culto y para actividades religiosas. Por otro lado, tampoco se tiene en cuenta el bloque de religiosas ya que al contar con las mismas características constructivas que el colegio se podrían aplicar las mismas soluciones.

El primer paso es definir la envolvente del edificio, que son todos los cerramientos y particiones que delimitan espacios habitables. En el caso del Colegio Mayor, se considera como envolvente los muros en contacto con el terreno y los cerramientos exteriores, así como las particiones interiores que delimiten espacios de distinto uso. Al tratarse de un edificio residencial público se comprueban también las limitaciones de particiones interiores cuando delimitan unidades del mismo uso. En el caso de la partición que delimita con la iglesia, al no tener en cuenta esta parte del edificio, se valorará como si fuese una medianera.

## Muros en contacto con el terreno

Según la zona climática del proyecto, en este caso Zona D, se establece una limitación de  $0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Se comprueban tanto los muros del edificio original como las soluciones adaptadas tras la reforma de 2012.

MT.1	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	U(W/m²K)	Umax(W/m²K)	NO CUMPLE
	Hormigón en masa 2300<d<2600	0,5	2	2450	1,86	0,6	
	Mortero de cemento o cal	0,02	0,3	625			
	Enlucido de yeso d<1000	0,02	0,4	900			

MT.2	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	U(W/m²K)	Umax(W/m²K)	NO CUMPLE
	Hormigón en masa 2300<d<2600	0,5	2	2450	0,95	0,6	
	Cámara de aire sin ventilar 20cm						
	Medio pie ladrillo macizo	0,12	0,85	2300			
	Mortero de cemento o cal	0,02	0,3	625			
	Enlucido de yeso d<1000	0,02	0,4	900			

MT.1 2012	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	U(W/m²K)	Umax(W/m²K)	CUMPLE
	Hormigón en masa 2300<d<2600	0,5	2	2450	0,49	0,6	
	Mortero de cemento o cal	0,02	0,3	625			
	Cámara de aire sin ventilar 20 cm						
	Lana mineral (0,04W/mK)	0,05	0,041	40			
	Placa de yeso laminado	0,02	0,25	825			

MT.2 2012	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	U(W/m²K)	Umax(W/m²K)	CUMPLE
	Hormigón en masa 2300<d<2600	0,5	2	2450	0,39	0,6	
	Cámara de aire sin ventilar 20cm						
	Medio pie ladrillo macizo	0,12	0,85	2300			
	Mortero de cemento o cal	0,02	0,3	625			
	Cámara de aire sin ventilar 20 cm						
	Lana mineral (0,04W/mK)	0,05	0,041	40			
	Placa de yeso laminado	0,02	0,25	825			

Fig. 35 Tablas justificativas DB-HE

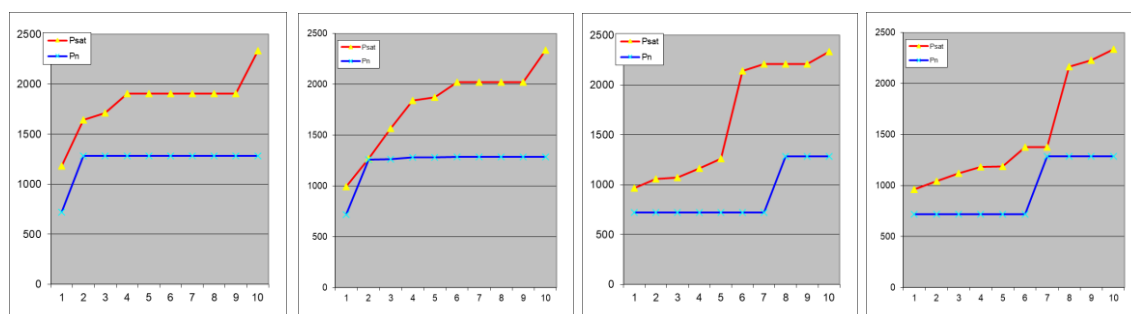


Fig. 36 Condensaciones intersticiales y superficiales

Tras los cálculos se comprueba que las soluciones del proyecto original no cumplen con la transmitancia máxima, mientras que las soluciones de 2012 si lo hacen, por lo tanto, se propone llevar a cabo la misma solución a lo largo de todo el vaso enterrado, dependiendo en cada caso de que tipología encontremos, MT.1 o MT.2. Se comprueban también las condensaciones de los cerramientos y en aquellos casos en los que no cumpla los requerimientos se aprovechará la disposición del trasdosado para añadir una barrera de vapor que evite dichas condensaciones.

## Muros en contacto con el aire exterior

En este caso el valor máximo permitido para la transmitancia térmica vuelve a ser  $0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ , comprobándose en todos aquellos elementos en contacto con el aire, tanto a la calle como al patio interior.

ME.1	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	U(W/m²K)	Umax(W/m²K)	NO CUMPLE
	Piedra artificial	0,08	1,3	1,7	1,59	0,6	
	1 pie ladrillo macizo	0,24	0,85	2300			
	Mortero de cemento o cal	0,02	0,3	625			
	Enlucido de yeso d<1000	0,02	0,4	900			

ME.2	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	U(W/m²K)	Umax(W/m²K)	NO CUMPLE
	1 pie ladrillo macizo	0,24	0,85	2300	1,47	0,6	
	Medio pie ladrillo macizo	0,12	0,85	2300			
	Mortero de cemento o cal	0,02	0,3	625			
	Enlucido de yeso d<1000	0,02	0,4	900			

ME.2.1	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	U(W/m²K)	Umax(W/m²K)	NO CUMPLE
	Pintura sintética	0,01	0,2	1050	1,21	0,6	
	1 pie ladrillo macizo	0,24	0,85	2300			
	Medio pie ladrillo macizo	0,12	0,85	2300			
	Mortero de cemento o cal	0,02	0,3	625			
	Enlucido de yeso d<1000	0,02	0,4	900			

ME.3	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	U(W/m²K)	Umax(W/m²K)	NO CUMPLE
	1 pie ladrillo macizo	0,24	0,85	2300	1,87	0,6	
	Mortero de cemento o cal	0,02	0,3	625			
	Enlucido de yeso d<1000	0,02	0,4	900			

ME.3.1	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	U(W/m²K)	Umax(W/m²K)	NO CUMPLE
	Pintura sintética	0,01	0,2	1050	1,54	0,6	
	1 pie ladrillo macizo	0,24	0,85	2300			
	Mortero de cemento o cal	0,02	0,3	625			
	Enlucido de yeso d<1000	0,02	0,4	900			

Fig. 38 Tablas justificativas DB-HE

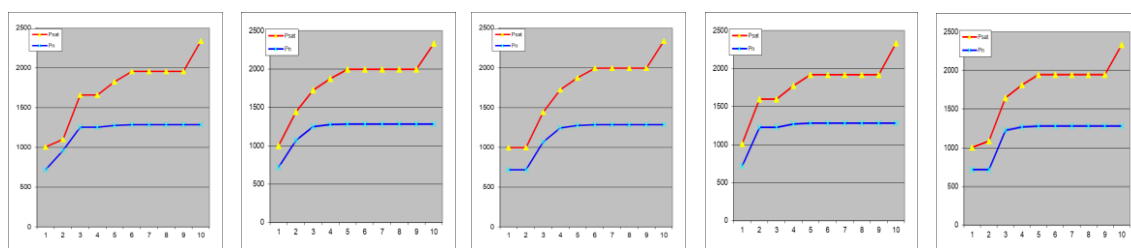


Fig. 37 Condensaciones intersticiales y superficiales

Debido a su composición y a la ausencia de aislamiento en todo el cerramiento se comprueba que no cumple con las exigencias. La solución adoptada es sencilla y a la vez permite evitar cualquier actuación en el exterior del edificio: disponer un trasdosado de aislamiento y placa de yeso laminado en la parte interior del cerramiento. En el caso de las mamparas, al acoger los aseos de las habitaciones se dispone un acabado en alicatado de azulejo cerámico.

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	U(W/m²K)	Umax(W/m²K)	
ME.1	Piedra artificial	0,08	1,3	1,7	0,53	0,6	CUMPLE
	1 pie ladrillo macizo	0,24	0,85	2300			
	Mortero de cemento o cal	0,02	0,3	625			
	Lana mineral (0,04W/mK)	0,05	0,041	40			
	Placa de yeso laminado	0,02	0,25	825			
	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	U(W/m²K)	Umax(W/m²K)	
ME.2	1 pie ladrillo macizo	0,24	0,85	2300	0,52	0,6	CUMPLE
	Medio pie ladrillo macizo	0,12	0,85	2300			
	Mortero de cemento o cal	0,02	0,3	625			
	Lana mineral (0,04W/mK)	0,05	0,041	40			
	Placa de yeso laminado	0,02	0,25	825			
	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	U(W/m²K)	Umax(W/m²K)	
ME.2.1	Pintura sintética	0,01	0,2	1050	0,48	0,6	CUMPLE
	1 pie ladrillo macizo	0,24	0,85	2300			
	Medio pie ladrillo macizo	0,12	0,85	2300			
	Mortero de cemento o cal	0,02	0,3	625			
	Lana mineral (0,04W/mK)	0,05	0,041	40			
	Placa de yeso laminado	0,02	0,25	825			
	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	U(W/m²K)	Umax(W/m²K)	
ME.3	1 pie ladrillo macizo	0,24	0,85	2300	0,55	0,6	CUMPLE
	Mortero de cemento o cal	0,02	0,3	625			
	Lana mineral (0,04W/mK)	0,05	0,041	40			
	Placa de yeso laminado	0,02	0,25	825			
	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	U(W/m²K)	Umax(W/m²K)	
ME.3.1	Pintura sintética	0,01	0,2	1050	0,51	0,6	CUMPLE
	1 pie ladrillo macizo	0,24	0,85	2300			
	Mortero de cemento o cal	0,02	0,3	625			
	Lana mineral (0,04W/mK)	0,05	0,041	40			
	Placa de yeso laminado	0,02	0,25	825			

Fig. 40 Tablas justificativas DB-HE

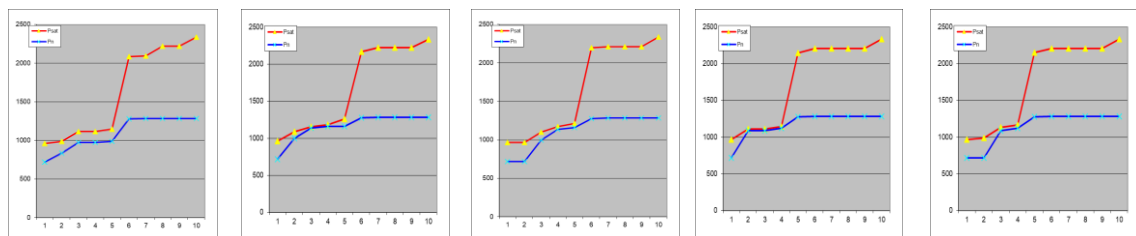


Fig. 39 Condensaciones intersticiales y superficiales

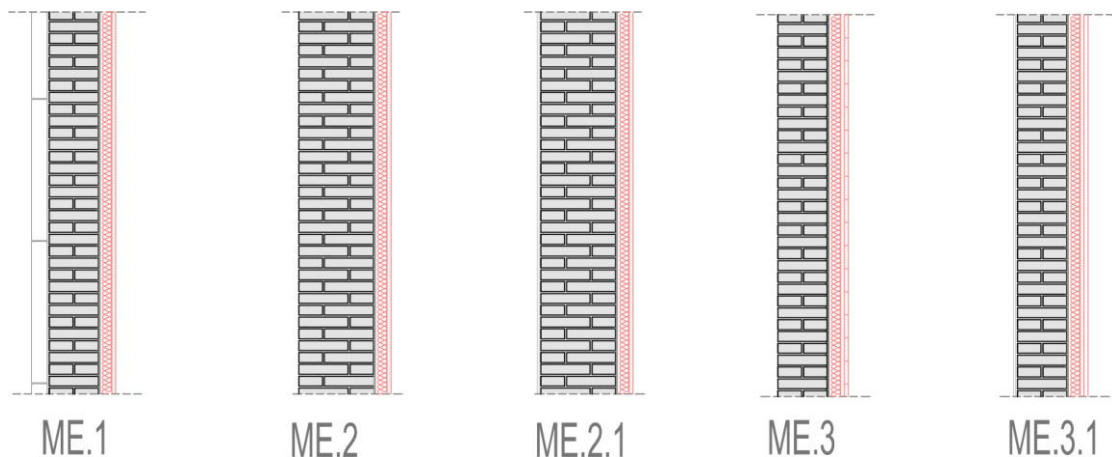


Fig. 41 Detalle Muros exteriores después de la propuesta

### Cubierta en contacto con el aire exterior

La cubierta, al ser el único elemento de la construcción que sí cuenta con aislamiento vemos que cumple con las exigencias de transmitancias máximas, que en este caso establece un valor de  $0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ , por lo que no se llevará a cabo ninguna actuación.

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	$U(\text{W/m}^2\text{K})$	$U_{\text{max}}(\text{W/m}^2\text{K})$	
C.1	Pintura sintética	0,01	0,2	1050	0,29	0,4	CUMPLE
	Mortero de cemento o cal	0,02	0,3	625			
	Lámina impermeabilizante	0,01	0,23	1100			
	Lana mineral ( $0,04 \text{ W/mK}$ )	0,05	0,041	40			
	Hormigón en masa $2000 < d < 2300$	0,05	1,65	2150			
	FU entregado de hormigón aligerado	0,25	1,02	1180			
	CA ligeramente ventilada						
	Placa de yeso laminado	0,02	0,25	825			

Fig. 42 Tablas justificativas DB-HE

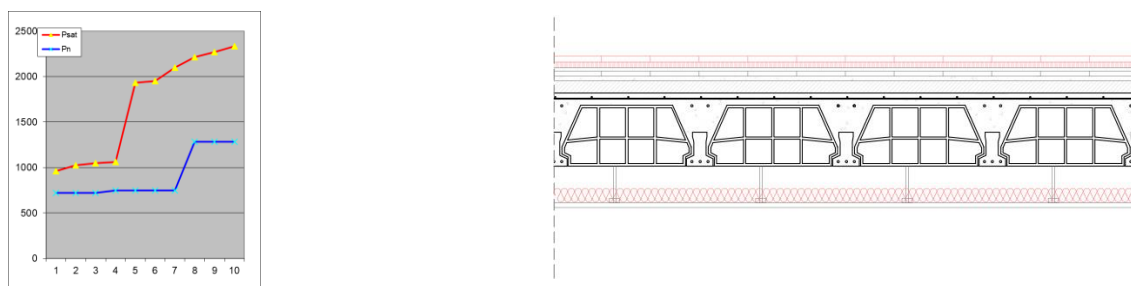


Fig. 43 Condensaciones intersticiales y superficiales y detalle de cubierta

### Suelos en contacto con el terreno

Para los suelos en contacto con el terreno se establece un valor máximo de la transmitancia de  $0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ , por lo que al no disponer de aislamiento no cumple con las exigencias. Se propone la incorporación de otra capa sobre el suelo existente compuesta por aislamiento, mortero de cemento y pavimento cerámico.

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	$U(\text{W/m}^2\text{K})$	$U_{\text{max}}(\text{W/m}^2\text{K})$	
S.1	Plaqueta o baldosa cerámica	0,02	1	800	0,89	0,6	NO CUMPLE
	Mortero de cemento o cal	0,02	0,3	625			
	Hormigón en masa $2000 < d < 2300$	0,15	1,65	2150			
	Tierra vegetal $d < 2050$	0,35	0,52	2000			
	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	$U(\text{W/m}^2\text{K})$	$U_{\text{max}}(\text{W/m}^2\text{K})$	
S.1	Plaqueta o baldosa cerámica	0,02	1	800	0,4	0,6	CUMPLE
	Mortero de cemento o cal	0,02	0,3	625			
	EPS Poliestireno expandido ( $0,037 \text{ W/mK}$ )	0,05	0,038	30			
	Plaqueta o baldosa cerámica	0,02	1	800			
	Mortero de cemento o cal	0,02	0,3	625			
	Hormigón en masa $2000 < d < 2300$	0,15	1,65	2150			
	Tierra vegetal $d < 2050$	0,35	0,52	2000			

Fig. 44 Tablas justificativas DB-HE



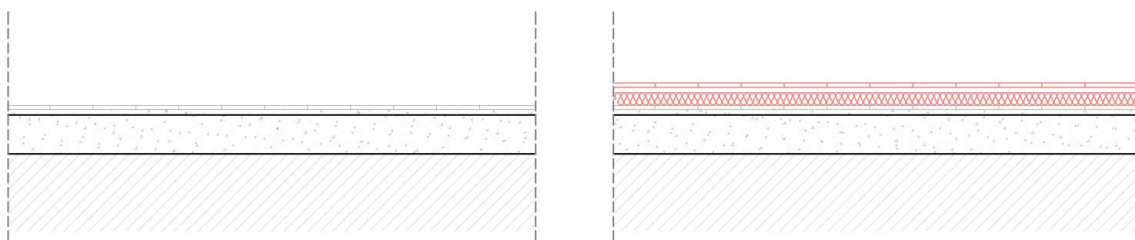


Fig. 45 Detalle suelo en contacto con el terreno antes y después de la propuesta

## Particiones interiores

### Vertical

Se estudian los casos de las particiones interiores verticales, tanto para casos que delimiten con unidades de distinto uso como del mismo.

Pl.1	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	U(W/m²K)	Umax(W/m²K)	NO CUMPLE
	Enlucido de yeso d<1000	0,02	0,4	900	2,45	0,85/1,2	
	Tabicón de LH doble	0,06	0,432	930			
	Enlucido de yeso d<1000	0,02	0,4	900			

Pl.2	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	U(W/m²K)	Umax(W/m²K)	NO CUMPLE
	Enlucido de yeso d<1000	0,02	0,4	900	2,2	0,85/1,2	
	Tabique de LH doble	0,03	0,432	930			
	Enlucido de yeso d<1000	0,02	0,4	900			

Vemos que en ningún caso cumple con la transmitancia máxima, por lo que se propone la incorporación de un trasdosado compuesto por aislamiento y una placa de placa de yeso laminado. En todo caso estas soluciones se adaptarán también a las exigencias del DB-HR.

Pl.1	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	U(W/m²K)	Umax(W/m²K)	CUMPLE
	Enlucido de yeso d<1000	0,02	0,4	900	0,6	0,85/1,2	
	Tabicón de LH doble	0,06	0,432	930			
	Lana mineral (0,04W/mK)	0,05	0,041	40			
	Placa de yeso laminado	0,02	0,25	825			

Pl.2	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	U(W/m²K)	Umax(W/m²K)	CUMPLE
	Enlucido de yeso d<1000	0,02	0,4	900	0,57	0,85/1,2	
	Tabique de LH doble	0,03	0,432	930			
	Lana mineral (0,04W/mK)	0,05	0,041	40			
	Placa de yeso laminado	0,02	0,25	825			

Fig. 46 Tablas justificativas DB-HE

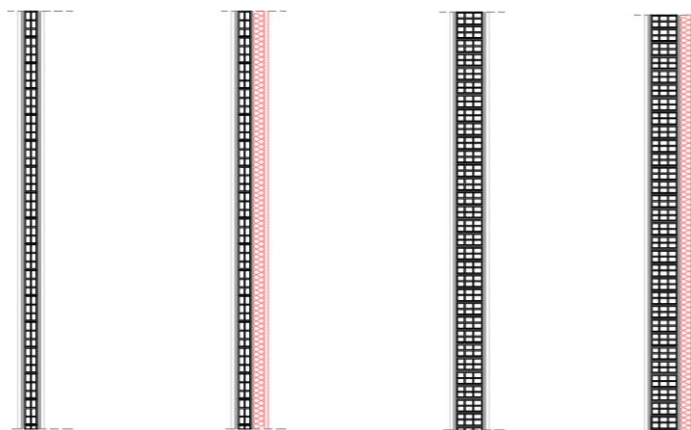


Fig. 47 Detalle particiones interiores verticales antes y después de la propuesta

### Horizontal

En cuanto a la partición horizontal, se establece una transmitancia máxima de 1,2 W/m²K.

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	U(W/m²K)	Umax(W/m²K)	
F.1	Plaqueta o baldosa cerámica	0,02	1	800	1,42	1,2	NO CUMPLE
	Mortero de cemento o cal	0,02	0,3	625			
	Hormigón en masa 2000<d<2300	0,05	1,65	2150			
	FU entrevigado de hormigón aligerado	0,25	1,02	1180			
	CA ligeramente ventilada						
	Placa de yeso laminado	0,02	0,25	825			

Vemos que al no poseer aislamiento alguno no cumple con las exigencias, por lo que se propone añadir una capa de aislamiento en el falso techo, evitando así tener que levantar el suelo del forjado.

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	U(W/m²K)	Umax(W/m²K)	
F.1	Plaqueta o baldosa cerámica	0,02	1	800	0,52	1,2	CUMPLE
	Mortero de cemento o cal	0,02	0,3	625			
	Hormigón en masa 2000<d<2300	0,05	1,65	2150			
	FU entrevigado de hormigón aligerado	0,25	1,02	1180			
	CA ligeramente ventilada						
	Lana mineral (0,04W/mK)	0,05	0,041	40			
	Placa de yeso laminado	0,02	0,25	825			

Fig. 48 Tablas justificativas DB-HE

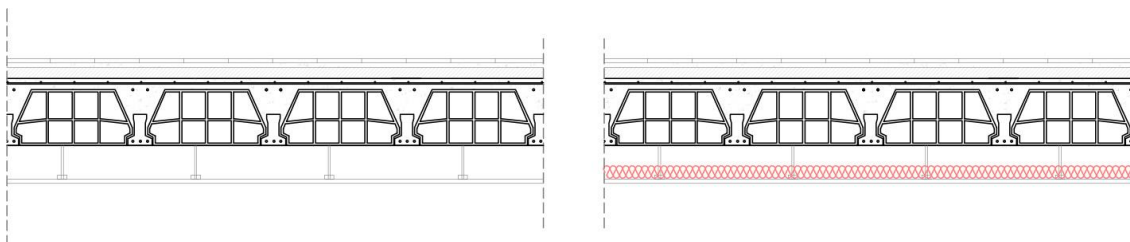


Fig. 49 Detalle particiones interiores horizontales antes y después de la propuesta

## Cerramiento con iglesia

En cuanto al cerramiento que se comunica con la iglesia, se estudia como si se tratase de una medianera, con una limitación de transmitancia de  $0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	$U(\text{W/m}^2\text{K})$	$U_{\text{max}}(\text{W/m}^2\text{K})$	
Pl.3	Medio pie ladrillo macizo	0,12	0,85	2300	1,45	0,85	NO CUMPLE
	Cámara de aire sin ventilar 10cm						
	Tabicón de LH doble	0,06	0,432	930			
	Enlucido de yeso d<1000	0,02	0,4	900			

En los cálculos comprobamos que no cumple con las exigencias, por lo que al disponer de cámara de aire no ventilada en el cerramiento y para evitar soluciones menos adecuadas se propone la inyección de aislante en la cámara de aire, ocupando su totalidad.

	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	$U(\text{W/m}^2\text{K})$	$U_{\text{max}}(\text{W/m}^2\text{K})$	
Pl.3	Medio pie ladrillo macizo	0,12	0,85	2300	0,31	0,85	CUMPLE
	Cámara de aire sin ventilar 10cm						
	PUR Inyección	0,1	0,04	18			
	Tabicón de LH doble	0,06	0,432	930			
	Enlucido de yeso d<1000	0,02	0,4	900			

Fig. 50 Tablas justificativas DB-HE

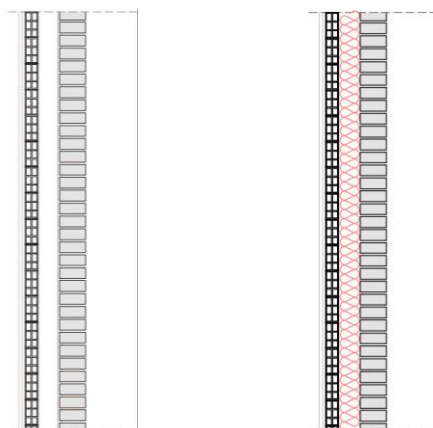


Fig. 51 Detalle partición con iglesia antes u después de la propuesta

## Huecos

Existen dos tipologías de carpinterías en el edificio: las originales con carpintería metálica y vidrio simple, y las de las habitaciones y despachos cambiadas en los años 80, con carpintería de aluminio y vidrio doble. Es previsible el incumplimiento de las mismas en cuanto a transmitancias máximas y transmisión de ruido aéreo. El documento básico establece una limitación de  $2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  para la transmitancia térmica de huecos.

Cálculo de la transmitancias térmica de huecos	V 1	V 2	V3	V4
FM fracción del hueco ocupada por el marco	0,37	0,20	0,75	0,17
Tipo de hueco	4+6+4	4+6+4	4+6+4	4 simple
U <sub>hv</sub> transmitancia térmica de la parte semitransparente	3,80	3,80	3,80	5,70
U <sub>hm</sub> transmitancia térmica del marco de la ventana o lucernario	5,70	5,70	5,70	5,70
$U_h = (1-FM)U_{hv} + FMU_{hm}$	4,50	4,18	5,23	5,70

Se propone la sustitución de las carpinterías por unas metálicas lacadas en blanco con rotura de puente térmico y vidrios bajo-emisivos dobles con cámara de aire interior de 12mm.

Cálculo de la transmitancias térmica de huecos	V 1	V 2	V 3	V 4
FM fracción del hueco ocupada por el marco	0,37	0,20	0,70	0,17
Tipo de hueco	4+12+4	4+12+4	4+12+4	4+12+4
U <sub>hv</sub> transmitancia térmica de la parte semitransparente	2,00	2,00	1,40	2,00
U <sub>hm</sub> transmitancia térmica del marco de la ventana o lucernario	3,20	3,20	3,20	3,20
$U_h = (1-FM)U_{hv} + FMU_{hm} =$	2,44	2,24	2,66	2,20

## Introducción del edificio a la herramienta unificada HULC

Consideraciones previas: El edificio de Colegio Mayor e Iglesia Virgen del Carmen se encuentra localizado en Zaragoza, cuya zona climática es D3 y altitud 213 m. Se considera residencial público en el que se va a realizar una intervención importante. Tras la introducción de los datos generales se define la composición de los elementos constructivos (cerramientos opacos y huecos), los cuales quedan descritos en el apartado anterior y se procede a la modelización del edificio en la aplicación informática.

Para la definición geométrica hay que tener en cuenta las limitaciones de la herramienta en cuanto a número de espacios y elementos, por lo que la modelización ha de ser lo más sencilla posible. Se definen las plantas Sótano y semisótano al disponer usos que corresponden al colegio y de ahí todas las plantas del Colegio Mayor. Los elementos colindantes con el espacio de la iglesia se definen como medianeras al tratarse de cerramientos en contacto con un espacio de otro uso. Para evitar errores y simplificar el modelo se recurre al uso del comando multiplicador en aquellas plantas que sean iguales. Se diferencian manualmente los cerramientos exteriores, entre muro de ladrillo, mamparas y muro con aplacado de piedra, tanto hacia la calle como hacia el patio y se localizan cada una de las tipologías de huecos diferenciando entre los de vidrio simple y vidrio doble, tanto para los espacios públicos como para habitaciones y aseos.

Por último, se definen las sombras que proyectan los edificios adyacentes sobre el conjunto y se procede al cálculo de la demanda energética del edificio según los parámetros actuales de los elementos constructivos, en el que se aprecia que no cumple con las exigencias del Documento Básico.

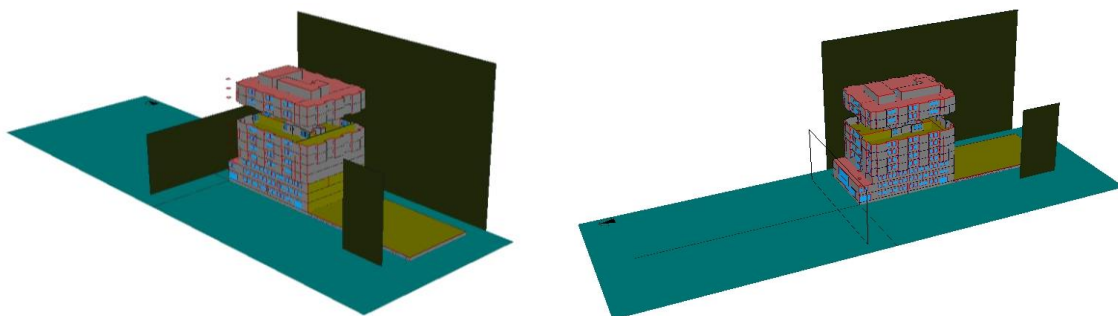


Fig. 52 Modelado del edificio en la herramienta unificada HULC

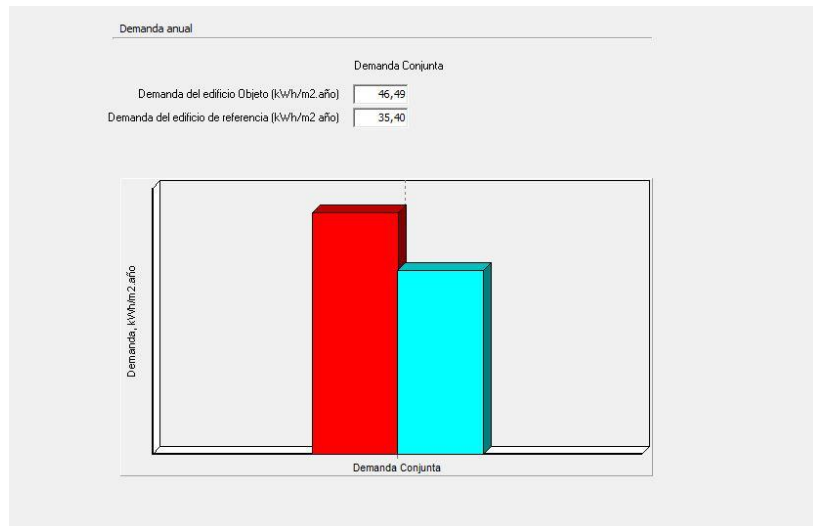


Fig. 53 Demanda del edificio con los cerramientos actuales

Tras esto, se aplican los cambios propuestos anteriormente en cerramientos y huecos, cumpliendo con las demandas exigidas por la normativa en cuanto a las transmitancias máximas de los cerramientos opacos y huecos, lo que permite disminuir la demanda energética del edificio, cumpliendo así con las limitaciones exigidas. Se adjuntan en el anexo los informes de estado para ambos casos.

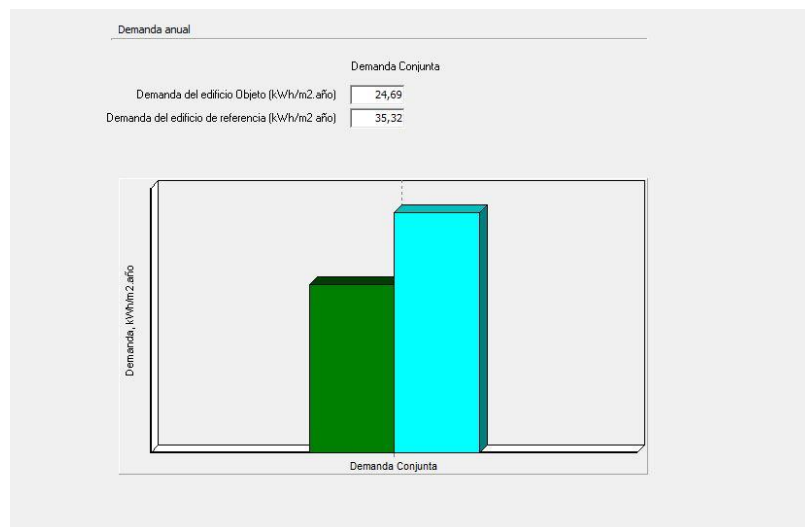


Fig. 54 Demanda del edificio tras aplicar las propuestas



## DB-HR: PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO

El objetivo de este Documento Básico consiste en establecer los parámetros que delimiten las transmisiones de ruido de los elementos que componen el edificio a fin de evitar, en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir en los usuarios. Para satisfacer este objetivo, los elementos constructivos que conforman los recintos de un edificio deberán tener unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, y para limitar el ruido reverberante de los recintos.

En este caso se va a estudiar las limitaciones en cuanto a ruido aéreo, exterior y de impactos entre los distintos espacios del edificio. Para ello se dividen las estancias en tres categorías: unidades de uso y recintos habitables, recintos de instalaciones y recintos de actividad. En el caso del Colegio Mayor se considera recinto de actividad el aparcamiento. Se definen como recintos habitables los pasillos, vestíbulos, distribuidores, cocinas y aseos de planta, y como recintos protegidos cada una de las habitaciones y estancias, bibliotecas, gimnasio, salas de conferencias, despachos y salas de espera, que son recintos habitables pero que requieren mejores características acústicas. Como espacios no habitables se consideran todos aquellos no destinados al uso permanente de personas como trasteros o cámaras técnicas.

Además, dada la catalogación del edificio como residencial público cabe destacar la definición de unidad de uso, que establece los espacios de un edificio que están vinculados entre sí por pertenecer a un colectivo que realiza la misma actividad. En el caso de estudio cada habitación incluidos sus anexos conforma una unidad de uso.

Una vez clasificados las diferentes estancias del edificio, se determinan los valores límite que deben cumplir los elementos constructivos para satisfacer las exigencias a ruido aéreo, ruido exterior y ruido de impactos, según los valores del apartado 2.1 del DB-HR.

### AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO

*En los recintos protegidos:*

- En recintos pertenecientes a una misma unidad de uso se exige una protección frente al ruido de 33 dBA en edificios de uso residencial privado. Se toma también este valor para el caso de estudio al tratarse de uso residencial público.

- En recintos no pertenecientes a la misma unidad de uso: el valor del aislamiento acústico a ruido aéreo entre un recinto protegido y cualquier otro recinto habitable o protegido no perteneciente a la misma unidad de uso no ha de ser menor de 50 dBA si no comparten puertas. Cuando sí las compartan, el índice global de reducción acústica de las puertas ha de ser mayor de 30 dBA y del cerramiento mayor de 50 dBA.
- En recintos de instalaciones o recintos de actividad: entre un recinto protegido y un recinto de instalaciones o de actividad, se establece un valor mínimo de aislamiento acústico de 55 dBA.
- Protección frente al ruido exterior: entre un recinto protegido y el exterior se establece un valor mínimo de aislamiento acústico en función del índice de ruido de día, que en el caso de este edificio es de 70-75 dBA. Según la tabla 2.1 se establecen los valores de 42 dBA para dormitorios y 37 dBA para estancias.

*En los recintos habitables:*

- En recintos pertenecientes a la misma unidad de uso: índice global de reducción acústica con un valor mínimo de 33 dBA.
- En recintos no pertenecientes a la misma unidad de uso: entre un recinto habitable y cualquier otro recinto habitable o protegido no perteneciente a la misma unidad de uso se establece un valor mínimo de 45 dBA de aislamiento acústico cuando no compartan puertas o ventanas. Cuando sí las compartan, el índice global de reducción acústica de las puertas no será menor de 20 dBA y el del cerramiento no será menor de 50 dBA.
- En recintos de instalaciones y recintos de actividad: entre recintos habitables y recintos de instalaciones o de actividad el aislamiento acústico no será menor de 45 dBA cuando no compartan puertas. Cuando sí lo hagan, el índice global de reducción acústica de las puertas no será menor de 30 dBA y el del cerramiento no será menor de 50 dBA.

Con estos valores se comprueban las soluciones constructivas actuales, en las que se tiene en cuenta los cambios propuestos en el apartado DB-HE, con el objetivo de que cumplan con las solicitudes de ambos Documentos Básicos. Para el cálculo se opta por la opción simplificada, que proporciona soluciones de aislamiento que dan conformidad a las exigencias.



## Muros de fachada

La comprobación de los muros de fachada solo se realiza en los recintos protegidos, como dispone la normativa. Se tienen en cuenta los valores mínimos establecidos por la tabla 3.4, que dependen de la relación entre la superficie de la parte ciega del cerramiento y la superficie de los huecos, siempre vistas desde el interior del recinto. En el caso del recinto de las habitaciones, al estar caracterizadas por el quiebro formado por el espacio de la mampara de ladrillo, el porcentaje de huecos se determina en función de la superficie total del perímetro de la fachada vista desde el interior del recinto.

Para calcular el valor de  $R_{Atr}$  (dBA) se recurre a identificar soluciones constructivas semejantes en el catálogo de elementos constructivos. Vemos que con las soluciones propuestas en el apartado del DB-HE, en el que se propone trasdosar los cerramientos con aislamiento y yeso laminado, y al dejar una pequeña separación entre cerramiento y trasdosado para disponer una barrera de vapor y evitar condensaciones, conseguimos mejores características acústicas, cumpliendo con los valores exigidos.

En cuanto a los huecos, se estudian las carpinterías actuales de los espacios protegidos, habitaciones y despachos, compuestas por ventanas sencillas de vidrio doble, con cámara de aire. Éstas tienen un valor de  $R_{Atr}$  de 27 dBA, con lo que no cumplen con la normativa.

<b>Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior</b> (apartado 3.1.2.5)				
Fachada NE				
Elementos constructivos	Tipo	Área (m <sup>2</sup> )	% de huecos	Características de proyecto exigidas
Parte ciega	F 1.8	$S_c = 12,3$	18,7	$R_{A,tr} \text{ (dBA)} = 53 \geq 50$
Huecos	V. sencilla 4-6-4	$S_h = 2,3$		$R_{A,tr} \text{ (dBA)} = 27 \geq 42$

<b>Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior</b> (apartado 3.1.2.5)				
Fachada NO				
Elementos constructivos	Tipo	Área (m <sup>2</sup> )	% de huecos	Características de proyecto exigidas
Parte ciega	F 1.8	$S_c = 12,3$	18,7	$R_{A,tr} \text{ (dBA)} = 53 \geq 50$
Huecos	V. sencilla 4-6-4	$S_h = 2,3$		$R_{A,tr} \text{ (dBA)} = 27 \geq 42$

<b>Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior</b> (apartado 3.1.2.5)				
Fachada SE				
Elementos constructivos	Tipo	Área (m <sup>2</sup> )	% de huecos	Características de proyecto exigidas
Parte ciega	F 1.8	$S_c = 12,3$	18,7	$R_{A,tr} \text{ (dBA)} = 53 \geq 50$
Huecos	V. sencilla 4-6-4	$S_h = 2,3$		$R_{A,tr} \text{ (dBA)} = 27 \geq 40$

<b>Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior</b> (apartado 3.1.2.5)				
Fachada SO				
Elementos constructivos	Tipo	Área (m <sup>2</sup> )	% de huecos	Características de proyecto exigidas
Parte ciega	F 1.8	S <sub>c</sub> = 12,3	6,5	R <sub>A,tr</sub> (dBA) = 53 ≥ 50
Huecos	V. sencilla 4-6-4	S <sub>h</sub> = 0,8		R <sub>A,tr</sub> (dBA) = 27 ≥ 37

Fig. 55 Tablas justificativas DB-HR

Tomando la exigencia máxima de los huecos, 42 dBA, la única solución posible para el cumplimiento del documento sería la disposición de ventanas dobles en las que la exterior fuese de vidrio sencillo y la interior una oscilobatiente de vidrio aislante 4-12-4.

### Tabiquería

La tabiquería en la compartimentación de las unidades de uso en el Colegio Mayor es de ladrillo hueco. Para la comprobación e la exigencia se recurre a buscar una solución de características iguales o semejantes en el catálogo de elementos constructivos, en este caso P1.1, cumpliendo con la normativa de ruido aéreo.

<b>Tabiquería</b> (apartado 3.1.2.3.3)	
Tipo	Características de proyecto exigidas
Tabique de ladrillo hueco (P1.1)	m (kg/m <sup>2</sup> ) = 89 ≥ 70 R <sub>A</sub> (dBA) = 36 ≥ 35

Fig. 56 Tablas justificativas DB-HR

### Elementos de separación vertical

En cuanto a los elementos que diferencian los recintos se definen los valores límite según los datos del apartado 2.1.1 del DB-HR. Se estudian las soluciones constructivas actuales, y se comprueba si las soluciones a adoptar concuerdan con las propuestas en el apartado de ahorro de energía. Todos los elementos son de Tipo 1, es decir, elementos compuestos por un elemento base de una o dos hojas de fábrica, sin trasdosado o con un trasdosado por ambos lados.

Recintos protegidos:

Los elementos verticales que separan dos recintos protegidos de la misma unidad de uso son muros tipo P1.1 con una  $R_A$  de 36 dBA y  $m=89 \text{ Kg/m}^2$ , por lo que cumpliría las exigencias del elemento base, necesitando un trasdosado por ambas caras de  $\Delta R_A > 16 \text{ dBA}$ . Se propone como solución trasdosado autoportante TR1 con un aislante de espesor de 50 mm y placa de yeso laminado.

Elementos verticales de separación entre <i>recintos</i> (apartado 3.1.2.3.4)			
Solución de elementos verticales de separación entre: R Protegido y R. Protegido			
Elementos constructivos		Tipo	Características de proyecto exigidas
Elemento vertical de separación	Elemento base	P1.1	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} = 89 \geq 67$ $R_A \text{ (dBA)} = 36 \geq 33$
	Trasdoso por ambos lados		$\Delta R_A \text{ (dBA)} = - \geq 16$
Elemento vertical de separación con puertas y/o ventanas	Puerta o ventana		$R_A \text{ (dBA)} = - \geq 20$ $30$
	Cerramiento		$R_A \text{ (dBA)} = - \geq 50$

Elementos verticales de separación entre <i>recintos</i> (apartado 3.1.2.3.4)			
Solución de elementos verticales de separación entre: R Protegido y R. Protegido (MODIFICADO)			
Elementos constructivos		Tipo	Características de proyecto exigidas
Elemento vertical de separación	Elemento base	P1.1	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} = 89 \geq 67$ $R_A \text{ (dBA)} = 36 \geq 33$
	Trasdoso por ambos lados	TR1	$\Delta R_A \text{ (dBA)} = 17 \geq 16$
Elemento vertical de separación con puertas y/o ventanas	Puerta o ventana		$R_A \text{ (dBA)} = - \geq 20$ $30$
	Cerramiento		$R_A \text{ (dBA)} = - \geq 50$

Fig. 57 Tablas justificativas DB-HR

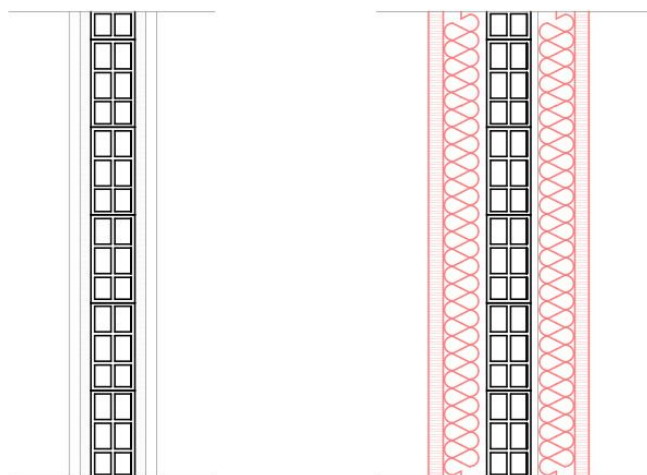


Fig. 58 Elemento de separación vertical antes y después de la propuesta

Para los elementos que separan un recinto protegido de otro recinto habitable o protegido no perteneciente a la misma unidad de uso, y que comparten puertas, se disponen también particiones tipo P1.1. En este caso no cumpliría con las solicitudes de la normativa que establece un valor mínimo de 50 dBA, por lo que sería necesario la sustitución del elemento. Se propone la disposición de un entramado autoportante, Tipo 3, en concreto la solución P4.2, que permite un mayor aislamiento acústico manteniendo el espesor de la partición anterior. Al cambiar de tipo de elemento los parámetros acústicos también varían, por lo que se comprueba que cumple con las solicitudes.

<b>Elementos verticales de separación entre recintos</b> (apartado 3.1.2.3.4)			
Solución de elementos verticales de separación entre: R Protegido y R. Habitable			
Elementos constructivos		Tipo	Características de proyecto exigidas
Elemento vertical de separación	Elemento base	P1.1	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} = 89 \geq 250$ $R_A \text{ (dBA)} = 36 \geq 50$
	Trasdoso por ambos lados		$\Delta R_A \text{ (dBA)} = - \geq 16$
	Puerta o ventana		$R_A \text{ (dBA)} = 35 \geq 20$ $30$
Elemento vertical de separación con puertas y/o ventanas	Cerramiento		$R_A \text{ (dBA)} = 36 \geq 50$

<b>Elementos verticales de separación entre recintos</b> (apartado 3.1.2.3.4)			
Solución de elementos verticales de separación entre: R Protegido y R. Habitable (MODIFICADO)			
Elementos constructivos		Tipo	Características de proyecto exigidas
Elemento vertical de separación	Elemento base	p4,2	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} = 44 \geq 43$ $R_A \text{ (dBA)} = 52 \geq 50$
	Trasdoso por ambos lados		$\Delta R_A \text{ (dBA)} = - \geq -$
	Puerta o ventana		$R_A \text{ (dBA)} = 35 \geq 20$ $30$
Elemento vertical de separación con puertas y/o ventanas	Cerramiento		$R_A \text{ (dBA)} = 52 \geq 50$

Fig. 59 Tablas justificativas DB-HR

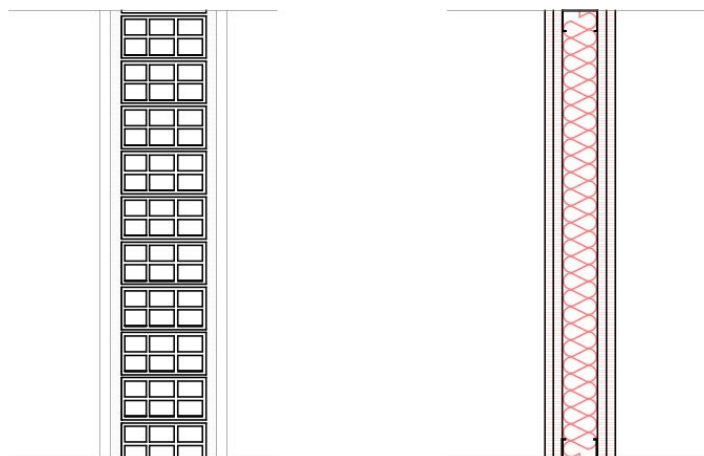


Fig. 60 Elemento de separación vertical antes y después de la propuesta

Recintos habitables:

En cuanto a la separación entre un recinto habitable y otro habitable o protegido que no pertenezca a la misma unidad de uso aparecen dos elementos: muros tipo P1.1 en los cuales se aplicarán las mismas soluciones que en los recintos protegidos, y muros tipo P1.3 con una  $R_A$  de 40 dBA y  $m=127 \text{ Kg/m}^3$ . La exigencia mínima de la normativa es de 50 dBA. Al no cumplir, se propone de nuevo la sustitución del elemento constructivo. En este caso para mantener el espesor original de la partición se propone un entramado autoportante tipo P4.4, que cumple con los parámetros acústicos requeridos

Elementos verticales de separación entre <i>recintos</i> (apartado 3.1.2.3.4)			
Solución de elementos verticales de separación entre: R Habitable y R. Protegido			
Elementos constructivos		Tipo	Características de proyecto exigidas
Elemento vertical de separación	Elemento base	P1.3	$m (\text{kg/m}^2) = 127 \geq 250$ $R_A (\text{dBA}) = 40 \geq 50$
	Trasdosado por ambos lados		$\Delta R_A (\text{dBA}) = - \geq 6$
Elemento vertical de separación con puertas y/o ventanas	Puerta o ventana		$R_A (\text{dBA}) = - \geq 20$ $30$
	Cerramiento		$R_A (\text{dBA}) = - \geq 50$

Elementos verticales de separación entre <i>recintos</i> (apartado 3.1.2.3.4)			
Solución de elementos verticales de separación entre: R Habitable y R. Protegido			
Elementos constructivos		Tipo	Características de proyecto exigidas
Elemento vertical de separación	Elemento base	P4,4	$m (\text{kg/m}^2) = 50 \geq 44$ $R_A (\text{dBA}) = 58 \geq 58$
	Trasdosado por ambos lados	TR1	$\Delta R_A (\text{dBA}) = 9 \geq 6$
Elemento vertical de separación con puertas y/o ventanas	Puerta o ventana		$R_A (\text{dBA}) = - \geq 20$ $30$
	Cerramiento		$R_A (\text{dBA}) = - \geq 50$

Fig. 61 Tablas justificativas DB-HR

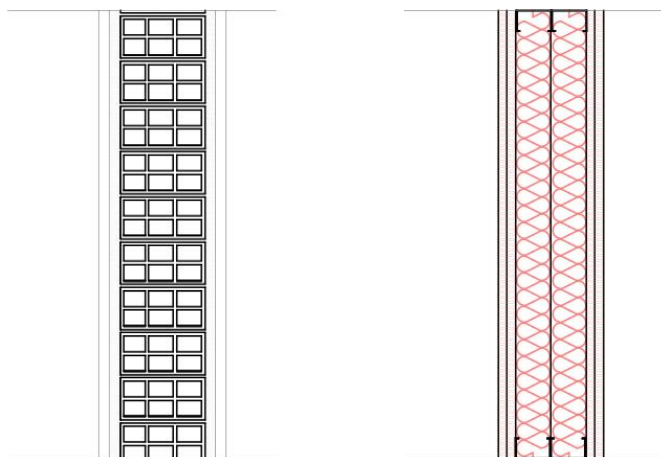


Fig. 62 Elemento de separación vertical antes y después de la propuesta

Entre los recintos habitables y los recintos de instalaciones o de actividad se disponen muros de ladrillo oculto de 1 pie de espesor. Para su comprobación respecto a las solicitaciones acústicas se han tomado los valores del elemento P1.5 del catálogo de soluciones constructivas, ya que posee unas características similares:  $R_A$  de 50 dBA y  $m=313 \text{ Kg/m}^2$ . La normativa exige un mínimo de 50 dBA para este caso por lo que el elemento base cumple con los requerimientos. Para que el elemento constructivo cumpla con todas las exigencias se ha de disponer un trasdosado por ambas caras de un  $\Delta R_A > 6 \text{ dBA}$ , por lo que se propone la adición de un trasdosado tipo TR1 con un  $\Delta R_A = 9 \text{ dBA}$ .

Elementos verticales de separación entre <i>recintos</i> (apartado 3.1.2.3.4)			
Solución de elementos verticales de separación entre: R Habitable y R. Instalaciones			
Elementos constructivos		Tipo	Características de proyecto exigidas
Elemento vertical de separación	Elemento base	P1.5	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} = 313 \geq 250$ $R_A \text{ (dBA)} = 50 \geq 50$
	Trasdoso por ambos lados		$\Delta R_A \text{ (dBA)} = - \geq 6$
Elemento vertical de separación con puertas y/o ventanas	Puerta o ventana		$R_A \text{ (dBA)} = - \geq 20$ $30$
	Cerramiento		$R_A \text{ (dBA)} = - \geq 50$

Elementos verticales de separación entre <i>recintos</i> (apartado 3.1.2.3.4)			
Solución de elementos verticales de separación entre: R Habitable y R. Instalaciones (MODIFICADO)			
Elementos constructivos		Tipo	Características de proyecto exigidas
Elemento vertical de separación	Elemento base	P1,5	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} = 313 \geq 250$ $R_A \text{ (dBA)} = 50 \geq 50$
	Trasdoso por ambos lados	TR1	$\Delta R_A \text{ (dBA)} = 9 \geq 6$
Elemento vertical de separación con puertas y/o ventanas	Puerta o ventana		$R_A \text{ (dBA)} = - \geq 20$ $30$
	Cerramiento		$R_A \text{ (dBA)} = - \geq 50$

Fig. 63 Tablas justificativas DB-HR

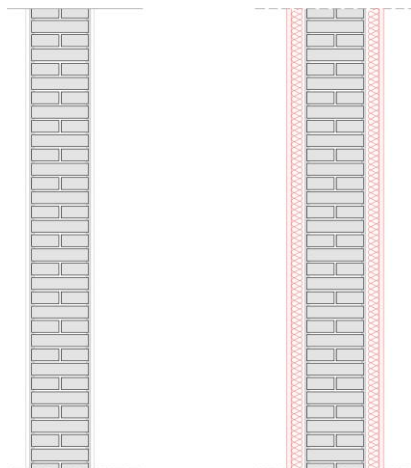


Fig. 64 Elemento de separación vertical antes y después de la propuesta

En aquellos casos en los que el trasdosado no es posible aplicarlo por ambas caras del elemento, podrá trasdosarse el elemento constructivo por una sola cara, incrementando en este caso en 4 dBA la mejora  $\Delta R_A$  del trasdosado. A su vez se deberá tener en cuenta el grado de rehabilitación que suponen estas propuestas y valorar la necesidad de llevarlas a cabo en función de cómo afectarían a la actividad y conservación del edificio, ya que según el ámbito de aplicación del DB-HR quedan excluidas de la aplicación de este DB las obras de rehabilitación, modificación o reforma de edificios existentes, y en algunos casos estas obras conllevan la sustitución total del cerramiento.

## AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO DE IMPACTOS

Los elementos constructivos de separación horizontal deberán tener unas características que cumplan:

### *En recintos protegidos:*

- Entre un recinto protegido y cualquier otro recinto habitable o protegido del edificio, no perteneciente a la misma unidad de uso y que no sea recinto de instalaciones o de actividad, el nivel global de presión de ruido de impactos,  $L'_{nT,W}$ , no ha de ser mayor de 65 dB.
- Entre un recinto protegido y uno de instalaciones de actividad, el valor de  $L'_{nT,W}$  no será mayor de 60 dB.

### *En los recintos habitables:*

- Entre un recinto habitable y uno de instalaciones o de actividad, el valor de  $L'_{nT,W}$  no será mayor de 60 dB.

### *Elementos de separación horizontal*

Se estudian los forjados entre plantas, compuestos por un forjado unidireccional de bovedillas de hormigón, con falso techo aislante del tipo T01, tal y como se dispone en el apartado de ahorro de energía, y un pavimento cerámico. No aparece suelo flotante, por lo que no cumpliría esta parte de las exigencias. Se comprueban las características del forjado en función de la normativa:

Elementos horizontales de separación entre <i>recintos</i> (apartado 3.1.2.3.5)			
Solución de elementos horizontales de separación entre: Forjados entre plantas			
Elementos constructivos	Tipo		Características de proyecto exigidas
Elemento horizontal de separación	Forjado	Bovedilla Hormoigón e=25cm	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} = 332 \geq 300$ $R_A \text{ (dBA)} = 53 \geq 52$
	Suelo flotante		$\Delta R_A \text{ (dBA)} = \geq$ $\Delta L_W \text{ (dB)} = \geq$
	Techo suspendido		$\Delta R_A \text{ (dBA)} = \geq$

Fig. 65 Tablas justificativas DB-HR

Se ve que el forjado cumple con los valores mínimos de  $R_A$  dispuestos por la tabla 3.3, así como el techo suspendido. En cuanto al suelo flotante deberá disponerse uno que cumpla con los valores mínimos establecidos por la tabla en función de los del techo suspendido, en este caso  $\Delta R_A > 3$  dBA y  $\Delta L_W > 18$  dB. La solución será la disposición de un suelo tipo S01 que consta de aislante de lana mineral de 12 mm de espesor, capa de mortero de 50 mm de espesor y un acabado en pavimento cerámico de nueva elección que cumpla con los parámetros de protección contra incendios y seguridad de utilización.

Elementos horizontales de separación entre <i>recintos</i> (apartado 3.1.2.3.5)			
Solución de elementos horizontales de separación entre: Forjados entre plantas			
Elementos constructivos	Tipo		Características de proyecto exigidas
Elemento horizontal de separación	Forjado	Bovedilla Hormoigón e=25cm	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} = 332 \geq 300$ $R_A \text{ (dBA)} = 53 \geq 52$
	Suelo flotante	S01	$\Delta R_A \text{ (dBA)} = 6 \geq 3,8,9$ $\Delta L_W \text{ (dB)} = 27 \geq 18$
	Techo suspendido	T01	$\Delta R_A \text{ (dBA)} = 15 \geq 15$

Fig. 66 Tablas justificativas DB-HR

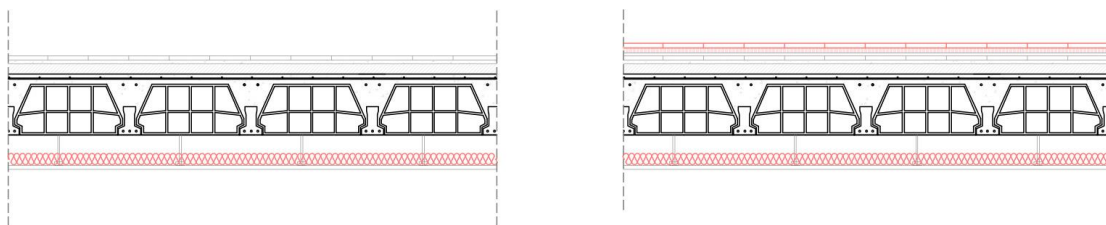


Fig. 67 Elemento de separación horizontal antes y después de la propuesta



## TIEMPO DE REVERBERACIÓN

Debido a determinados usos que se encuentran en el edificio se lleva a cabo un estudio especial del salón de actos, aulas y comedores. Según el apartado 2.2 del Documento Básico, los elementos constructivos de estos espacios tendrán absorción acústica suficiente de tal manera que:

- El tiempo de reverberación en salas de conferencias vacías, cuyo volumen sea menor que 350 m<sup>3</sup>, no será mayor de 0,7 s.
- El tiempo de reverberación en salas de conferencias vacías, incluyendo el total de las butacas, cuyo volumen sea mayor que 350 m<sup>3</sup>, no será mayor de 0,5 s.
- El tiempo de reverberación de restaurantes y comedores vacíos no será mayor de 0,9 s.

El cumplimiento de la norma por la opción simplificada depende del coeficiente de absorción acústica medio del techo de la sala, permitiéndonos conocer si satisface las solicitudes y proponiendo soluciones en caso negativo.

Para el caso de aulas con una superficie menor de 250 m<sup>2</sup> y comedores recurrimos a las tablas de la opción simplificada. Con la propuesta de reforma que se realiza en el apartado DB-HE en la que se dispone aislante de lana mineral en el techo suspendido, tipo T04, vemos que cumple con las exigencias del coeficiente de absorción acústica medio.

Tratamientos absorbentes uniformes del techo:					
Tipo de recinto		Altura libre h (m)	Área del techo S <sub>t</sub> (m <sup>2</sup> )	Coeficiente de absorción acústica medio (α <sub>m,t</sub> )	
				exigido	proyectado
Aulas (hasta 250 m <sup>3</sup> )	Sin butacas tapizadas	2,5	90	α <sub>m,t</sub> = h.(0,23-0,12/√S <sub>t</sub> ) =	0,54 ≤ 0,6
	Con butacas tapizadas			α <sub>m,t</sub> = h.(0,32-0,12/√S <sub>t</sub> ) - 0,26 =	≤
Restaurantes y comedores		2,5	221	α <sub>m,t</sub> = h.(0,18-0,12/√S <sub>t</sub> ) - 0,10 =	0,32 ≤ 0,6

Fig. 68 Tablas justificativas DB-HR

En el caso del Salón de Actos, al tener una superficie mayor de 250 m<sup>2</sup> no se puede realizar el cálculo por la opción simplificada, por lo que se recurre al cálculo del tiempo de reverberación por la opción general a través de la fórmula:  $T = \frac{0,16V}{A}$ , siendo V el volumen del recinto y A la absorción acústica del recinto. De esta manera se obtiene un tiempo de reverberación T=0,55 s, cumpliendo con la normativa.



## DB-SI: PROTECCIÓN FRENTE A INCENDIOS

Este documento tiene por objeto reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio puedan sufrir daños derivados de un incendio de origen accidental. A efectos de este trabajo se van a comprobar tres de las 6 exigencias básicas que componen el DB-SI.

### PROPAGACIÓN INTERIOR

Según el DB-SI 1 los edificios se deben compartimentar en sectores de incendios según la tabla 1.1, en la que se establece que para un edificio de uso residencial público la superficie construida de cada sector de incendio no debe exceder los 2.500 m<sup>2</sup>. Además, hay que tener en cuenta que según la normativa *“a efectos del cómputo de la superficie de un sector de incendio, se considera que los locales de riesgo especial, las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos de independencia y las escaleras compartimentadas como sector de incendios, que estén contenidas en dicho sector no forman parte del mismo.”* Así pues, se diferencian sectores en función del uso, características constructivas de los elementos de separación y conexión de los espacios.

De esta manera, en el caso de estudio, se consideran como sectores de riesgo especial, según la tabla 2.1:

- El taller de mantenimiento, considerado de riesgo bajo por su volumen.
- Cuartos de limpieza, de riesgo bajo por el volumen que ocupan.
- Cocina de la última planta, de la que se desconoce la potencia instalada pero que debido a su tamaño y el servicio que da se considera de riesgo alto.
- Cocina del bar, de riesgo bajo.
- Lavanderías y vestuarios, con superficie menor de 100 m<sup>2</sup> por lo que se consideran de riesgo bajo.
- Salas de calderas. Se desconoce la potencia, pero se considera de riesgo alto debido al servicio que ha de prestar.
- Salas de instalaciones, de riesgo bajo en todo caso.
- Sala de maquinaria de ascensores, de riesgo bajo en todo caso.
- Roperos, considerados de riesgo bajo cuando su superficie sea menor de 20 m<sup>2</sup> y de riesgo medio cuando se encuentre entre 20 y 100 m<sup>2</sup>.

Según la tabla 2.2, las zonas de riesgo especial deberán cumplir una serie de condiciones en función de su clasificación:

En los locales de riesgo bajo la resistencia al fuego de la estructura ha de ser R90 y la de paredes y techos de EI 90, las puertas de comunicación con el resto del edificio han de ser EI<sub>2</sub>45-C5. En aquellos locales de riesgo medio la resistencia de la estructura será R120 y la de paredes y techos EI120, se debe disponer de

vestíbulo de independencia y las puertas de comunicación han de ser 2 x EI<sub>2</sub> 30-C5. En ambos el recorrido de evacuación ha de ser menos a 25 m. Se observa que en el caso del ropero no se cumple la exigencia de vestíbulo de independencia por lo que se propone la realización de una reforma.

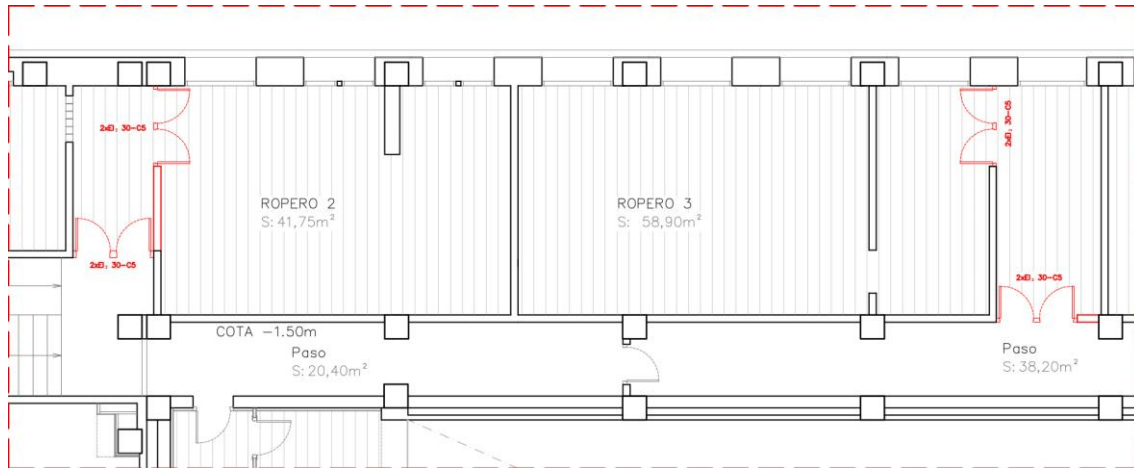


Fig. 69 Detalle Roperos

En locales de riesgo alto se deberá cumplir una resistencia al fuego de la estructura portante R180 y de paredes y techos EI180, además se exige vestíbulo de independencia y la comunicación con el resto del edificio se ha de realizar mediante puertas 2 x EI<sub>2</sub> 45-C5. Los recorridos de evacuación no deben de ser mayores a 25 m. Tampoco aparece vestíbulo de independencia en la sala de calderas por lo que se propone su disposición. Sí lo hace en la cocina.

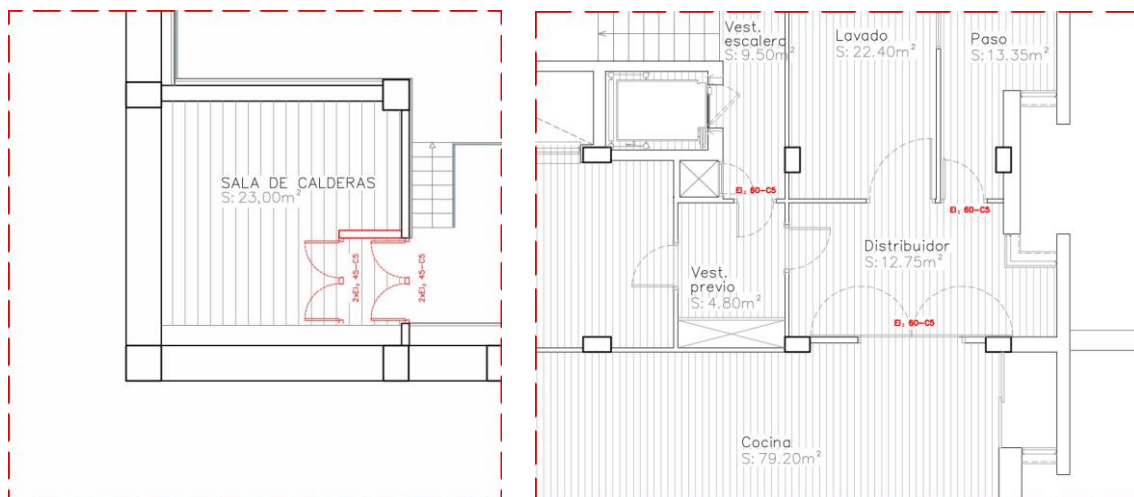


Fig. 70 Detalle sala de calderas y cocina

En cuanto a la sectorización, es destacable la importancia que cobran las escaleras que comunican las plantas que van del sótano a la primera planta en la entrada del Colegio Mayor, salvando medias alturas. Si bien sería necesario compartimentar la escalera en P1 como escalera protegida, se considera que, en este caso, debido a la tipología de los usos que allí se encuentran y el interés arquitectónico del espacio que posee el conjunto del espacio conectado, no se lleve a cabo, valorando más el espacio arquitectónico que el cumplimiento de la normativa. De esta manera el sector abarcará las 4 alturas siempre manteniendo la limitación de 2500 m<sup>2</sup>, por lo que se compartimentará cada planta de manera que permita cumplir esta exigencia, apareciendo sectores diferentes.

Asimismo, se compartimentan los sectores en función del uso que recibe la zona, como ocurre en la diferencia entre el Colegio Mayor, parroquia e iglesia, y las características constructivas de los elementos que los separan.

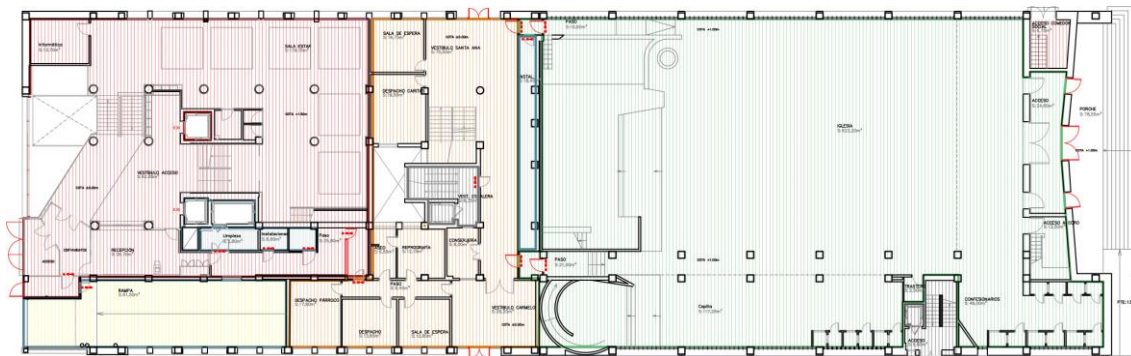


Fig. 71 Sectorización planta baja

Se deberán disponer vestíbulos de independencia y puertas de paso tipo EI<sub>2</sub> 60-C5 y elementos constructivos en paredes y techos tipo EI 120 entre sectores de incendios diferentes, según las características del edificio en la tabla 1.2 del Documento Básico. Estas particiones se componen de tabicón de ladrillo hueco, que tal y como se recoge en el Anejo F presenta una resistencia al fuego EI-120 cuando el espesor es mayor o igual a 110 mm., por lo que cumple con las exigencias.

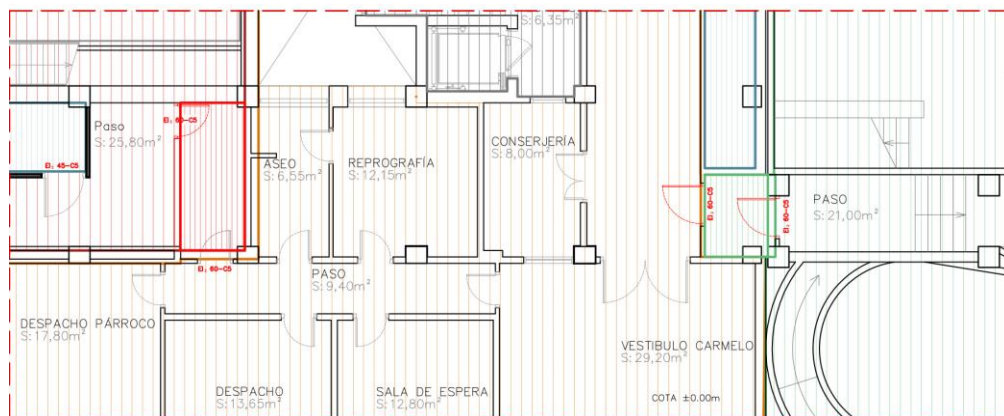


Fig. 72 Detalle vestíbulo entre sectores

Las escaleras y ascensores que comuniquen sectores de incendios diferentes deberán de estar compartimentados y deben de disponer de vestíbulo de independencia con puerta EI<sub>2</sub> 60-C5 en cada acceso. Los ascensores dispondrán en cada acceso, o bien de vestíbulo de independencia, o bien puertas E30, excepto en zonas de riesgo especial donde siempre se dispondrá el citado vestíbulo.

En el caso de las plantas de habitaciones se observa que la compartimentación de la escalera protegida da acceso a dos sectores, máximo permitido por la normativa, pero la disposición de las salas anexas al recinto de la escalera no cumple con la exigencia, ya que esta únicamente permite abrir al recinto locales destinados a aseos y ascensores, por lo que se propone una reforma para que estos locales abran a uno de los sectores e integrando en los mismos el ascensor con una puerta E30. Se adjuntan en el anexo los planos de sectorización de las plantas.

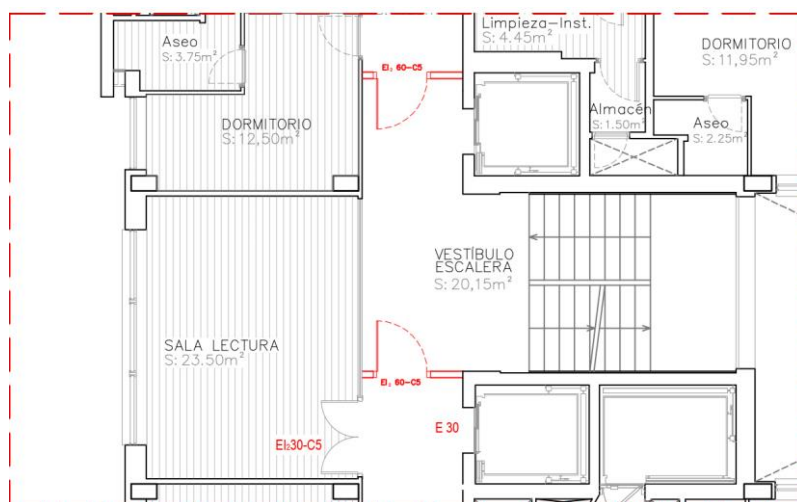


Fig. 73 Detalle vestíbulo habitaciones

## PROPAGACIÓN EXTERIOR

Este apartado tiene el objetivo de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio a través de los cerramientos exteriores, estableciendo unos valores mínimos de resistencia al fuego.

Para evitar la propagación vertical del incendio por fachada entre dos sectores de incendios, todos los cerramientos deben presentar una resistencia mínima EI 60 en una franja de altura de 1m como mínimo. En el caso de la cubierta, ésta deberá presentar una resistencia mínima REI 60 en una franja de 0,5 m. Mediante los datos obtenidos a partir de los anejos C y F se comprueba que los cerramientos cumplen con estas exigencias.



El caso del salón de actos supone un dimensionado específico, estableciéndose pasos entre filas de asientos con una anchura mayor de 30 cm, con salidas a sus dos extremos.



66



Las puertas previstas como salida de planta o del edificio serán abatibles con eje de giro vertical y sistema de cierre que consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación. Además, abrirá en sentido de la evacuación toda puerta de salida prevista para el paso de más de 100 personas o más de 50 ocupantes del recinto, por lo que se propone el cambio de las puertas de acceso al edificio por unas que abran en el sentido de la evacuación.

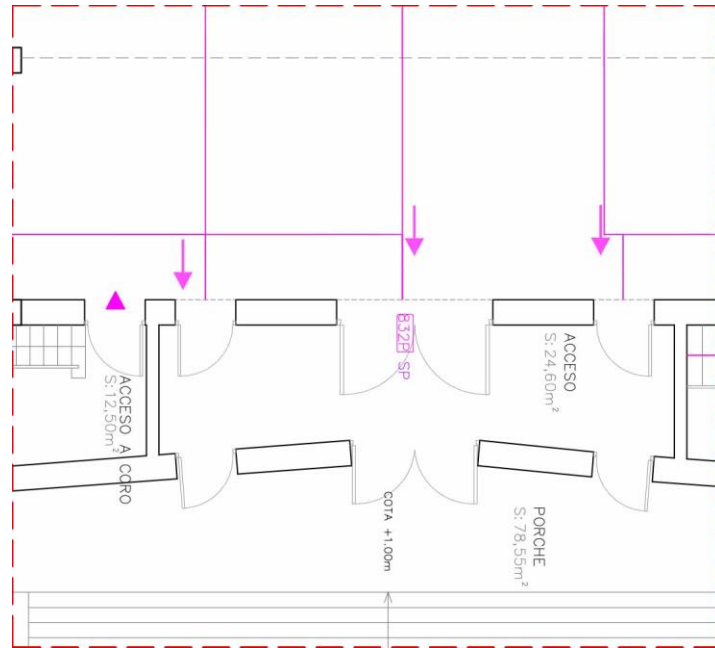


Fig. 76 Detalle apertura de puertas en iglesia



## DB-SUA: SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD

En este Documento Básico se tiene como objeto reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos en el uso previsto de los edificios, así como en facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los mismos a las personas con discapacidad. Se analizan en este caso los apartados de seguridad frente al riesgo de caídas, seguridad frente a riesgo de ahogamiento y accesibilidad.

### SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE CAÍDA

#### Resbaladicidad de los suelos

Los suelos de los edificios o zonas de uso Residencial Público, excluidas las zonas de ocupación nula deben tener la clase adecuada en función de su localización. Debido a la necesidad de sustitución de los suelos actuales por suelos flotantes y según la tabla 1.2 se dispondrán:

- Para zonas interiores secas con una pendiente menor al 6% suelos de clase 1.
- Para zonas interiores secas de escaleras, suelos tipo 2.
- Para zonas interiores húmedas, como aseos, entradas al edificio desde el exterior, cocinas, etc. con una pendiente menos que el 6%, suelos tipo 2
- Para zonas interiores húmedas con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras, suelos tipo 3.
- Para zonas exteriores, piscinas y duchas, suelos tipo 3.

#### Escaleras y rampas

En las escaleras de uso general, la anchura útil de los tramos viene determinado por la sección 3 del DB-SI, por lo que queda comprobar el cumplimiento de la normativa en cuanto a las mesetas y pasamanos. Se establece que las mesetas dispuestas entre tramos de escaleras cuando exista un cambio de dirección entre dos tramos tendrán al menos la anchura de la escalera y una longitud medida en su eje de 1 m como mínimo. Además, la zona delimitada por dicha anchura ha de estar libre de obstáculos y sobre ella no barrerá el giro de apertura de ninguna puerta. En el caso que nos ocupa se cumple con las exigencias de anchuras, y aunque sí barran sobre las mesetas puertas en escaleras protegidas no lo hacen dentro del radio de circulación de los ocupantes por lo que cumple con la normativa.

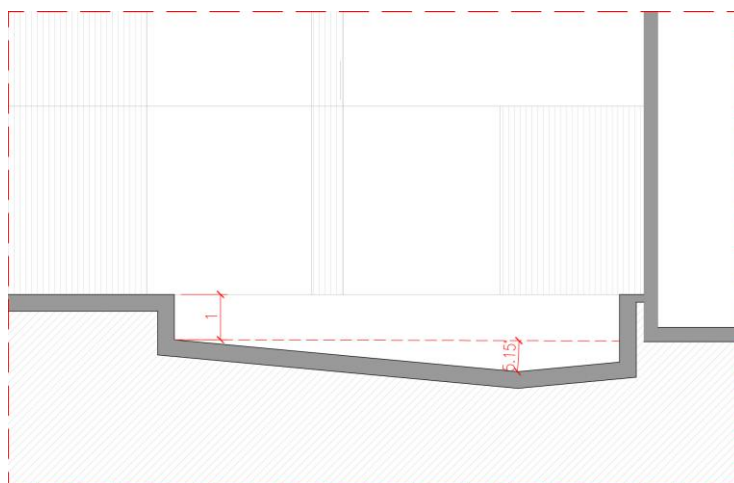


Fig. 77 Detalle apertura de puertas en escalera

## SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO DE AHOGAMIENTO

### Piscinas

En términos de normativa, la piscina del Colegio Mayor se considera de uso colectivo. La profundidad máxima permitida es de 3 m. y ha de contar con zonas cuya profundidad sea menor de 1,40 m., resuelto con pendientes de hasta un 35%. En la reforma llevada a cabo en 2012 se cambiaron los pavimentos por unos antideslizantes que se presuponen de clase 3 como estipula la normativa. Como se observa en la sección de la piscina, ésta cumple con los parámetros estipulados.



*Fig. 78 Detalle piscina*

## ACCESIBILIDAD

Dentro de las condiciones funcionales, la parcela ha de disponer de, al menos, un itinerario accesible que comunique una entrada principal al edificio con la vía pública y con las zonas comunes exteriores. Además, al tener que salvar más de dos plantas desde la entrada principal del edificio se exige la disposición de un ascensor accesible y en cada planta se exige la existencia de un itinerario accesible que comunique el acceso accesible a ella (ascensor accesible) con las zonas de uso público, con todo origen de evacuación de las zonas de uso privado y con los elementos accesibles.

Se considera itinerario accesible todo aquel que cumple las siguientes condiciones:

- Desniveles: se salvan mediante rampa accesible cuya pendiente sea como máximo un 10% en tramos menores de 3m, un 8% en tramos menores de 6m y un 6% en el resto.
- Espacio para giro: los itinerarios accesibles deben permitir un radio de giro libre de obstáculos de 1,50 m. de diámetro en vestíbulo de entrada, al fondo de pasillos de más de 10 m. de largo y frente a ascensores accesibles.
- En pasillos se establece una anchura mínima libre de paso de 1,20 m. y en puertas de 0,80 m.

Se observa que en el edificio se cumple con la normativa permitiendo el acceso a todas las plantas a través de los ascensores, que cumplen con los requerimientos de ascensor accesible, con unas medidas mínimas en cabina de 1x1,25 m.

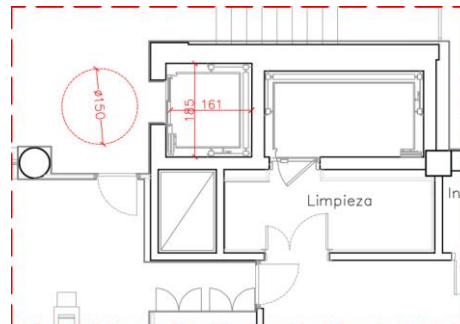


Fig. 79 Detalle ascensor accesible

En cuanto al acceso desde el exterior, de los 4 accesos a la planta baja presentan condiciones de accesibilidad los de la iglesia y el Colegio Mayor, aunque se comprobará si cumplen con la normativa. Al estar comunicada la planta con la zona de la parroquia no se considera necesario la disposición de elementos accesibles en sus entradas. En la iglesia se realizó en 1996 un proyecto de rampa para dar acceso a la misma, con una pendiente actual del 13%, no cumpliendo con las exigencias. Se propone su reemplazo por una que comparta las características constructivas, pero de mayor longitud, separada en dos tramos dando la vuelta a la esquina. De esta manera cada tramo será de anchura 1,50 m. al igual que distancia entre ejes de las mesetas, cumpliendo con la normativa.

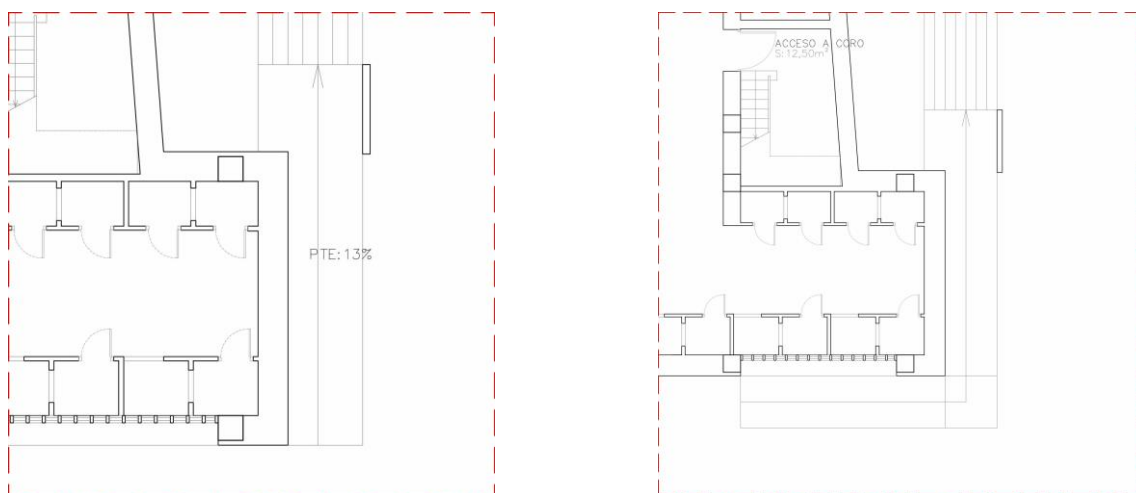
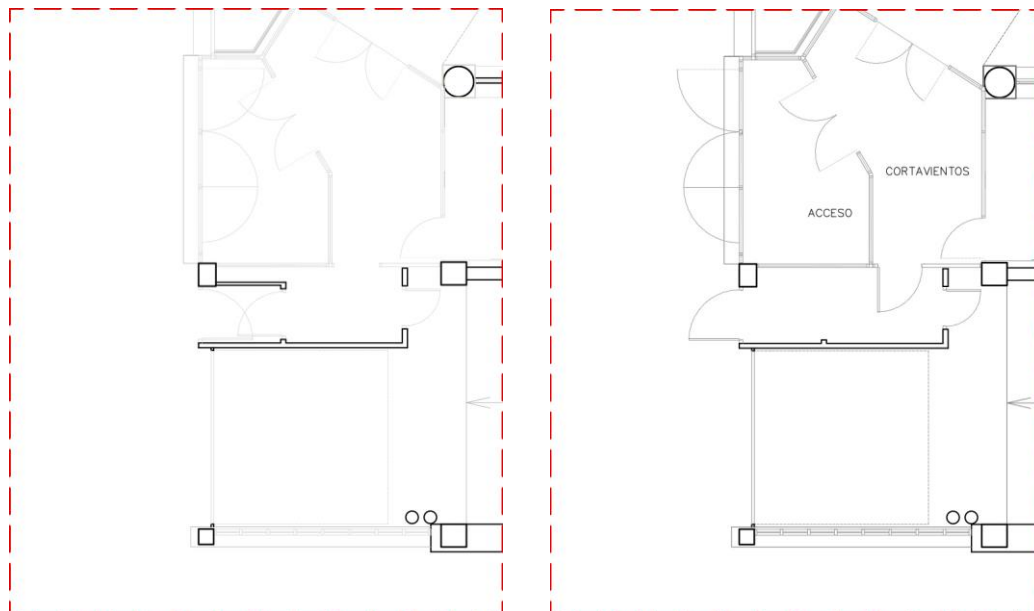


Fig. 80 Detalle escalera antes y después de la propuesta

En el caso del acceso al Colegio Mayor actualmente se realiza de manera independiente a través de un vestíbulo anexo a la entrada principal. Presenta unas características que cumplen con la normativa de accesibilidad al tratarse de un tramo menor de 3 m., el único cambio que se propone es el sentido de apertura de la puerta al tratarse de una salida de edificio de un recorrido de evacuación, como se establece en el DB-SI.



*Fig. 81 Detalle entrada Colegio Mayor antes y después de la propuesta*

CONCLUSIONES

La construcción de un edificio que albergue usos muy variados pero que a la vez estén relacionados entre sí, creando ambientes distintos, pero consiguiendo una unidad constructiva y proyectual en el conjunto ha sido siempre un ejercicio complicado que requiere de una delicadeza extrema. El edificio del Colegio Mayor e Iglesia Virgen del Carmen presenta un claro ejemplo de cómo una correcta disposición de los espacios y su interrelación permiten plantear una solución al problema de una manera ejemplar.

Por un lado, el Colegio Mayor muestra un análisis minucioso del espacio residencial colectivo, objeto de estudio en numerosas ocasiones, donde el buen diseño de la célula habitacional y los espacios comunes afectan de manera directa al desarrollo personal de los que en él habitan, en un ambiente de comunidad donde se comparten conocimientos y experiencias que promueven un enriquecimiento personal y previsiones de futuro. Por otro la iglesia, que exhibe una tipología síntesis de todas las hipótesis sobre el espacio sacro que se habían estado dando desde principio de siglo con la búsqueda de un nuevo espacio litúrgico, acorde con las ideas modernas pero impregnada de localismos, devolviendo la importancia del espacio a los fieles y creando una atmósfera exquisita consecuencia de un largo proceso proyectual. Mediante visitas se ha comprobado que prueba de todo ello es el cariño que profesan al edificio los que allí trabajan y conviven y los fieles que acuden a la iglesia, lo que aún ahora 55 años después de su construcción, alaban la maestría con que el arquitecto supo resolver las complejidades de un edificio de estas características.

Por ello, y ante la necesidad de adaptación a la época actual, se ha realizado el estudio de cómo afectaría un proceso de rehabilitación del conjunto atendiendo a las necesidades actuales con el reto de mantener al máximo posible las peculiaridades del proyecto original, actuándose siempre hacia el interior del edificio sin alterar, en la medida de lo posible, el espacio. Tras el análisis se detectan una serie de debilidades consecuencia de la época de construcción, donde la normativa no estaba tan regulada.

Energéticamente el edificio presente deficiencias en cuanto a las transmitancias térmicas de los elementos de la envolvente, pudiéndose solucionar fácilmente mediante trasdosados con aislamiento. Los huecos presentan mayor problema ya que, debido a la antigüedad no disponen de las condiciones necesarias para un buen comportamiento, precisándose un cambio de las carpinterías por unas nuevas de apariencia similar, teniendo siempre como premisa de rehabilitación el conservar la esencia del proyecto original. De igual manera el edificio presenta problemas ante la transmisión de ruido, debiendo mejorar las características de los elementos de separación de los recintos, en caso horizontal mediante falsos techos con aislamiento acústico y suelos flotantes. En el caso de elementos de partición vertical el problema se agrava, pues en algunos casos sería necesaria la sustitución total del elemento por uno nuevo, como en el que separa un recinto protegido de uno habitable. En este caso habría que tener en cuenta la importancia de dicha actuación al suponer una obra que cambiaría la disposición original del edificio y afectaría al



desarrollo de la actividad. Para el resto de particiones verticales el problema se soluciona fácilmente mediante trasdosados.

Un aspecto importante de la normativa actual es la protección del usuario. En cuanto a la seguridad de incendios se sectoriza el edificio de tal manera que evite la propagación del fuego incorporando materiales resistentes, puertas especiales y vestíbulos de independencia donde se precise. Asimismo, se asegura que dicha compartimentación permite una fácil y rápida evacuación del edificio en caso de incendio.

En cuanto a la seguridad de utilización y accesibilidad el edificio presenta problemas que son de importante subsanación al ser parte de él de pública concurrencia. La rampa de acceso a la iglesia no cumple con las necesidades mínimas de accesibilidad, por lo que debe ser reemplazada por una nueva que mantenga sus características constructivas y estéticas, acertadas en todo caso, pero cumpla con las exigencias de pendiente y longitud.

Son muchas las actuaciones que se deben llevar a cabo en el conjunto, pero no todas ellas son imprescindibles ni explícitamente necesarias. En este trabajo se ha propuesto analizar todas ellas, pero la realización o no de las mismas dependerá del interés que supongan y el modo en que las mismas afecten al desarrollo de la actividad del edificio, pues el Código Técnico de la Edificación presenta excepciones en aquellos edificios que supongan un bien patrimonial, y más aún cuando se trata de lugares de culto. Por ello se presenta una manera de rehabilitar preservando la originalidad de la obra de José Romero, pero actualizada al tiempo actual, la cual es específica para cada caso, pero en la que se dejan entrever unas generalidades aplicables a edificios del mismo tipo, pudiendo servir de ejemplo para futuras actuaciones.



## BIBLIOGRAFÍA

- Labarta Aizpún, Carlos, 1999. *La arquitectura olvidada de un hombre*. En: Revista de Arquitectura. Escuela Superior de Arquitectura de Madrid.
- Laborda Herrero, Juan, 2012. *La primera obra de José Romero Aguirre*. Universidad Politécnica de Cartagena.
- Artículo Grupo Z. *Quince años de supervivencia*. En Revista Aldana, nº1. Colegio Oficial de Arquitectos de Aragón y la Rioja.
- Martínez Verón, Jesús; 2015. *Zaragoza. Arquitectura S. XX*.
- Laborda Yneva, José; 1995. *Zaragoza. Guía de Arquitectura*
- Revista ARA, *Arte Religioso Actual*. N.º 2 (1964), 5 (1965), 8 (1966).
- Martínez Verón, Jesús; 2001. *Arquitectos de Aragón. Diccionario histórico*
- Fernández Cobián, Esteban; 2005. *El espacio sagrado en la Arquitectura Española Contemporánea*.
- Archivo Central de Urbanismo de Zaragoza (1963): Documentación general de anteproyecto.
- Colegio Mayor Virgen del Carmen (1963): Documentación general y planimetría de la segunda fase de proyecto, así como el proyecto visado para la construcción del Colegio Mayor Virgen del Carmen.
- Archivo Central de Urbanismo (1982): Documentación y planimetría de la obra construida.
- Archivo Central de Urbanismo (1997): Documentación de construcción de la rampa de acceso a la iglesia.
- Manual de usuario de la herramienta unificada HULC.
- López Mesa, Belinda, Berruete, Francisco. (Curso 2015-2016); Apuntes de la asignatura de Construcción 3.
- Documentos del Código Técnico de la Edificación:
  - DB-HE: Ahorro de Energía.
  - DB-HR: Protección frente al ruido.
  - DB-SI: Seguridad en caso de incendio
  - DB-SUA: Seguridad de utilización y accesibilidad.
  - Catálogo de elementos constructivos.

